ISSN 2227-7005

16+

АПК России

Научный журнал

Представлены результаты научных исследований, экспериментальных, теоретических и методических разработок в различных областях сельскохозяйственной науки и практики, выполненных в разных природно-экономических зонах

Основан в 1993 году

Том 23
№ 2

Челябинск
2016

ISSN 2227-7005

16+

Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

presents the results of scientific research, experimental, theoretical and methodological developments in various fields of agricultural science and practice realized in different natural and economic zones

Published since 1993

Volume 23
Issue 2

Chelyabinsk
2016

Научный журнал **2016** Scientific Journal

Т. 23 № 2

АПК России

Agro-Industrial Complex of Russia

Журнал включен в систему
Российского индекса научного цитирования
(РИНЦ): http://www.elibrary.ru
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС77-61323 от 10.04.2015 г.

The journal is included in the Russian Science
Citation Index: http://www.elibrary.ru
Certificate of registration SMI PI
№ FS77-61323 of 10.04.2015.

Главный редактор
докт. с.-х. наук *В. Г. Литовченко*

Заместитель главного редактора
докт. техн. наук *В. А. Жилкин*

Экономические науки
В. Ф. Балабайкин, д. э. н.;
Е. А. Захарова, д. э. н.;
А. А. Копченов, д. э. н.;
А. Н. Сёмин, чл.-корр. РАН, д. э. н.
А. С. Кучеров, к. э. н.
Е. А. Неживенко, д. э. н.

Ветеринарные науки
А. И. Кузнецов, д. б. н.;
А. Н. Безин, д. вет. н.;
М. А. Дерхо, д. б. н.;
А. А. Овчинников, д. с.-х. н.

Сельскохозяйственные науки (растениеводство и агрономия)
А. Э. Панфилов, д. с.-х. н.;
И. В. Синявский, д. б. н.

Технические науки
В. В. Бледных, академик РАН;
Е. И. Бердов, к. т. н.;
А. Г. Возмилов, д. т. н.;
А. М. Плаксин, д. т. н.;
П. Г. Свечников, д. т. н.

Члены международной редколлегии
К. А. Алымбеков, д. т. н. – Киргизский экономический университет им. Рыскулбекова (г. Бишкек, Киргизия);
Пьер Ги, почетный профессор, член административного Совета Высшей с.-х. школы в г. Анже (ESA), президент, генеральный директор ООО «Анжу Мэн Сереаль» (г. Анже, Франция);
Н. Д. Менков, д. т. н. – Университет пищевых технологий (г. Пловдив, Болгария);
Х. Мэннен, докт. аграрных наук, 1-й Председатель Союза LOGO e. V. г-н (Германия);
Н. В. Костюченков, д. т. н., АО «Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина» (г. Астана, Казахстан)

Editor-in-Chief
V. G. Litovchenko, Dr. Sci. (Agriculture)

Deputy Editor-in-Chief
V. A. Zhilkin, Dr. Sci. (Engineering)

Economic Sciences
V. F. Balabaykin, Dr. Sci. (Economics);
E. A. Zaharova, Dr. Sci. (Economics);
A. A. Kopchenov, Dr. Sci. (Economics);
A. N. Syomin, Academician of Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Economics);
A. S. Kucherov, Dr. Sci. (Economics)
E. A. Nezhyvenko, Dr. Sci. (Economics)

Veterinary Sciences
A. I. Kuznetsov, Dr. Sci. (Biology);
A. N. Bezin, Dr. Sci. (Veterinary);
M. A. Derkho, Dr. Sci. (Biology);
A. A. Ovchinnikov, Dr. Sci. (Agriculture)

Agricultural Sciences (crop and plant production, agronomy)
A. E. Panfilov, Dr. Sci. (Agriculture);
I. V. Sinyavsky, Dr. Sci. (Biology)

Technical Sciences
V. V. Blednykh, Academician of Russian Academy of Sciences, Dr. Sci.(Engineering);
E. I. Berdov, Dr. Sci. (Engineering);
A. G. Vozmilov, Dr. Sci. (Engineering);
A. M. Plaksin, Dr. Sci. (Engineering);
P. G. Svechnikov, Dr. Sci. (Engineering)

International Editorial Board
K. A. Alymbekov, Dr. Sci. (Engineering) – Kyrgyz Economic University n.a. M. Ryskulbekov (Bishkek, Kyrgyzstan);
Pierre Guy, Honoured Professor, the member of Administration Board of High Agricultural School (Angers, France);
N. D. Menkov, Dr. Sci. (Engineering) – University of Food Technologies (Plovdiv, Bulgaria);
X. Mennen, Dr. Sci. (Agriculture), 1st Chairman of LOGO e.V (Germany);
N. V. Kostyuchenkov, Dr. Sci. (Engineering), S. Seifullin Kazakh Agro Technical University (Astana, Kazakhstan)

Включен в международную БД AGRIS
Рекомендован ВАК: http://vak.ed.gov.ru/documents/10179/0/%D0%9C%D0%91%D0%94__14.06.2016.pdf/db6894e2-9a17-433a-bedb-905438c67623

Учредитель:
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
South-Ural State Agrarian University.

СОДЕРЖАНИЕ

60 ЛЕТ – В АВАНГАРДЕ НАУКИ: К ЮБИЛЕЮ УРАЛЬСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Берсенева Я. В.
Эффективность различных сроков посева и норм высева ячменя в условиях Среднего Урала……263
Гридин В. Ф., Гридина С. Л.
Динамика молочной продуктивности голштинизированных коров в зависимости от кровности……268
Гридина С. Л., Ткаченко И. В.
Генотипирование крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области по гену каппа-казеина……273
Кокшарова М. К.
Влияние температурного режима на образование микроклубней картофеля в культуре in vitro……278
Колотов А. П., Синякова О. В., Кипрушкина Н. А.
Результаты интродукции культуры льна масличного на Среднем Урале……282
Максимов Р. А.
Селекция ячменя на Среднем Урале……288
Нагибин А. Е., Тормозин М. А., Зырянцева А. А.
Сорта многолетних бобовых трав селекции Уральского НИИСХ……294
Николаева Л. С., Кардашина В. Е.
Зерноукосный сорт ярового овса Уралец…300
Новиков А. В.
Экстерьер уральского молочного скота……304
Пономарев А. Б., Пономарева Л. А., Кипрушкина Н. А.
Реакция сурепицы на неблагоприятные абиотические условия Среднего Урала……309
Постников П. А., Пономарев А. Б., Попова В. В., Васина О. В.
Влияние способов обработки почвы на урожайность зерновых культур и продуктивность севооборота……315
Постников П. А., Попова В. В.
Воздействие предшественников на плодородие почвы и урожайность ярового ячменя в севооборотах……321
Потапова Г. Н.
Изучение адаптивности сортов озимой ржи в условиях Среднего Урала……326

CONTENTS

60 YEARS IN THE FOREFRONT OF SCIENCE: THE ANNIVERSARY OF URAL SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Berseneva Ya. V.
The effectiveness of different sowing periods and norms when sowing barley under the conditions of the Middle Urals……263
Gridin V. F., Gridina S. L.
Milk production dynamics of holsteinized cows depending on their pedigree……268

Gridina S. L., Tkachenko I. V.
Genotyping at cattle breeding enterprises of Sverdlovsk region according to kappa-casein genes……273
Koksharova M. K.
The temperature regime influence on the potato microtubers formation in vitro culture……278
Kolotov A. P., Sinyakova O. V., Kiprushkina N. A.
Results of oil flax introduction in the Middle Urals……282
Maksimov R. A.
Barley selection in the Middle Urals……288
Nagibin A. E., Tormozin M. A., Zyryantseva A. A.
Varieties of perennial legumes selected in Ural Scientific-Research Institute of Agriculture…294
Nikolaeva L. S., Kardashina V. E.
Grain varieties of spring oat Uralets……300
Novikov A. V.
Ural dairy cattle exteriors……304
Ponomarev A. B., Ponomareva L. A., Kiprushkina N. A.
Winter cress reaction to the adverse abiotic conditions of the Middle Urals……309
Postnikov P. A., Ponomarev A. B., Popova V. V., Vasina O. V.
Tillage ways and their influence on the productivity of grain crops and the crop rotation efficiency……315
Postnikov P. A., Popova V. V.
Impact of predecessors on fertility of the soil and productivity of spring barley in crop rotations……321
Potapova G. N.
Adaptability of winter rye varieties under the conditions of the Middle Urals……326

Шанин А. А., Гусева Л. В., Мальцев Н. В.
Экономическая эффективность возделывания перспективных сортов пшеницы на семена и продовольственные цели в условиях Среднего Урала……331
Шанина Е. П., Клюкина Е. М., Стафеева М. А., Сергеева Л. Б., Кипрушкина Н. А., Масленина Н. В.
Оценка сортов картофеля по биохимическим показателям в условиях Среднего Урала……337

Shanin A. A., Guseva L. V., Mal'tchev N. V.
Economic efficiency of cultivating perspective grades of wheat for seeds and food purposes under the conditions of the Middle Urals……331
Shanina E. P., Klyukina E. M., Stafeeva M. A., Sergeeva L. B., Kiprushkina N. A., Maslenina N. V.
Assessing the potatoes varieties according to biochemical parameters under the conditions of the Middle Urals……337

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

INTERNATIONAL PUBLICATIONS

Kuznetsov D., Mennen H.
Analyse der Schlüsselfaktoren zur Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland……342
Кузнецов Д. С., Меннен Х.
Ключевые факторы развития возобновляемых источников энергии в Германии……349
Kuznetsov D., Mennen H.
Analyse der Schlüsselfaktoren zur Entwicklung erneuerbarer Energien in Russland……356
Кузнецов Д. С., Меннен Х.
Анализ ключевых факторов развития возобновляемой энергетики в России……368

Kuznetsov D., Mennen H.
Analysing key factors in the development of the renewable energy sector in Germany…342

Kuznetsov D., Mennen H.
Analysing key factors in the development of the renewable energy sector in Russia……356

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCES

Ерохин Г. Н., Сазонов С. Н.
Результаты мониторинга затрат на техническое обслуживание и ремонт зерноуборочных комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12»……379
Жилкин В. А.
Отображение результатов расчета эллиптической пластинки в MathCAD и ее геометрическое моделирование в MSC Patran……383
Князева Л. Г., Сазонов С. Н.
О некоторых проблемах хранения сельскохозяйственной техники……392
Куков С. С., Гриценко А. В.
Аспекты диагностирования цилиндропоршневой группы в режиме прокрутки двигателя стартером транспортных и технологических машин агропромышленного комплекса……400

Erokhin G. N., Sazonov S. N.
The results of monitoring the costs for maintenance and repair of combine harvesters "Acros 530" and "PALESSE GS12"…379

Zhilkin V. A.
Presenting the results of calculation of elliptical plates in MathCAD and its geometric modeling in MSC Patran……383

Knyazeva L. G., Sazonov S. N.
About some problems concerning the storage of agricultural machinery……392
Kukov S. S., Gritsenko A. V.
Some aspects of diagnosing the cylinder-piston group in the motor starter scrolling mode of transport and technological machines of the agro-industrial complex……400

Плаксин А. М., Качурин В. В., Власов Д. Б., Недоводин М. А.
Методика расчета, основные направления повышения технической готовности агрегатов в растениеводстве……408

Plaksin A. M., Kachurin V. V., Vlasov D. B., Nedovodin M. A.
Calculation procedures and basic tendencies to approve the technical availability of units in crop production……408

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

VETERINARY SCIENCES

Вильвер Д. С.
Воспроизводительные качества коров разного возраста и их связь с живой массой телок при первом осеменении……417

Vilver D. S.
Reproductive qualities of cows of different ages in relation with live weight of heifers at first insemination……417

Косилов В. И., Андриенко Д. А., Мироненко С. И.
Эффективность использования питательных веществ корма крупным рогатым скотом при чистопородном выращивании и скрещивании на Южном Урале……423

Kosilov V. I., Andrienko D. A., Mironenko S. I.
The efficiency of feed nutrients for cattle when pure-breeding and crossing in the Southern Urals……423

Косилов В. И., Салихов А. А., Кубатбеков Т. С., Габидулин В. М.
Генотипические особенности динамики линейных промеров тела и особенности формирования экстерьера молодняка молочного, мясного и комбинированного направлений продуктивности……431

Kosilov V. I., Salikhov A. A., Kubatbekov T. S., Gabidulin V. M.
Genotypic features of the dynamics of body linear measurements and the exterior formation characteristics of young animals of dairy, meat and combined directions of productivity……431

Ляшенко Н. Ю., Авдеенко В. С., Молчанов А. В., Родионова Т. Н.
Применение препаратов «Эндометромаг-Био» и «Биометросанит®» для терапии острого послеродового эндометрита……441

Lyashenko N. Y., Avdeenko V. S., Molchanov A. V., Rodionova T. N.
Use of the drugs «Endometromag-Bio®» and «Biometrosanit®» for treatment of acute postpartum endometritis……441

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRONOMICAL SCIENCES

Васильев А. А., Глаз Н. В., Горбунов А. К.
Эффективность применения глауконита под картофель……447

Vasiliev A. A., Glaz N. V., Gorbunov A. K.
Glauconite effectiveness for potatoes……447

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Аптрахимов Д. Р., Мардар М. Р., Смольникова Ф. Х., Вайскробова Е. С.
Разработка мероприятий по обеспечению безопасности производства макаронных изделий……453

Aptrakhimov D. R., Mardar M. R., Smolnikova F. H., Vaiskrobova E. S.
Activities for operational safety of pasta production……453

Боган В. И., Чупракова А. М., Максимюк Н. Н.
Использование экспресс методов в оценке безопасности мясопродуктов……459

Bogan V. I., Chuprakova A. M., Maksimyuk N. N.
Meat safety assessment based on the express method……459

Какимов А. К., Есимбеков Ж. С., Кабулов Б. Б., Ибрагимов Н. К., Суйчинов А. К.
Влияние технологических факторов на качество мясокостной пасты……466
Козлов А. Н.
Повышение качества молока при первичной обработке……473
Моргунова А. В.
Покрытие на основе активированных растворов хитозана в технологии мясопродуктов……478
Ребезов М. Б., Зинина О. В., Нурымхан Г. Н., Нургазезова А. Н., Смольникова Ф. Х.
Вторичное сырье молочной отрасли: современное состояние и перспективы использования……482
Ребезов М. Б., Зинина О. В., Ребезов Я. М., Мирошникова Е. П., Соловьева А. А.
Разработка продуктов питания животного происхождения на основе биотехнологий…488

Kakimov A. K., Yessimbekov Zh. S., Kabulov B. B., Ibragimov N. K., Suychinov A. K.
Effect of technological factors on meat-bone paste quality……466
Kozlov A. N.
Improving the quality of primary processed milk……473
Morgunova A. V.
Film based on activated chitosan solutions in production of meat foods……478

Rebezov M. B., Zinina O. V., Nurymkhan G. N., Nurgazezova A. N., Smolnikova F. H.
Secondary raw for milk industry: current state and prospects……482

Rebezov M. B., Zinina O. V., Rebezov Ya. M., Miroshnikova E. P., Solovyova A. A.
Development of food of animal origin based on biotechnology……488

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бодрова Е. Г., Панкратова Д. Ю.
Особенности определения эффективности работы молокоперерабатывающего предприятия……497
Степных Н. В.
Повышение эффективности растениеводства за счет изменения структуры посевных площадей……502

ECONOMIC SCIENCES

Bodrova E. G., Pankratova D. Y.
Determining the efficiency of milk production……497

Stepnyh N. V.
Improving the efficiency of crop production when changing crop acreage structures……502

60 ЛЕТ – В АВАНГАРДЕ НАУКИ: К ЮБИЛЕЮ УРАЛЬСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

60 YEARS IN THE FOREFRONT OF SCIENCE: THE ANNIVERSARY OF URAL SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Снижение нормы высева и посев в более ранние сроки приводят к увеличению массы 1000 семян у ячменя на 0,3–3,5 г.

Я. В. Берсенева

С. 265

Наибольшее повышение жирномолочности первотелок животных уральского типа черно-пестрого скота (+0,20 %) отмечается с кровностью 50 %, что еще раз подтверждает проявление гетерозиса.

В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина

С. 270

Генотип крупного рогатого скота по гену каппа-казеина оказывает влияние на качественный состав молока, следует поддерживать в стадах достаточное количество животных, несущих в своем геноме аллель В гена каппа-казеина.

С. Л. Гридина, И. В. Ткаченко

С. 275

Для получения микроклубней картофеля в культуре in vitro пробирочные растения следует выращивать в условиях естественного освещения при среднесуточной температуре 16–18 °С.

В условиях искусственного освещения микрорастения необходимо выращивать в течение 15 суток при температуре 23–25 °С, а затем перенести их в условия полной темноты и среднесуточной температуре 16–18 °С. Микроклубни в этом случае образовали от 97,6 % до 100 % пробирочных растений.

М. К. Кокшарова

С. 279

Для условий Среднего Урала оптимальными являются самые ранние сроки посева льна масличного, так как при поздних сроках посева удлиняется период вегетации, семена не достигают полной спелости, снижается такой показатель, как масса 1000 семян, а в конечном итоге снижается урожайность и качество семенного материала льна.

А. П. Колотов, О. В. Синякова, Н. А. Кипрушкина

С. 283

На современном этапе развития селекции создан сорт ячменя Памяти Чепелева, обладающий высокой адаптивной способностью и пластичностью в условиях Волго-Вятского региона. Сорт рекомендован для возделывания в Республике Удмуртия, в Пермском крае и Свердловской области.

Р. А. Максимов

С. 289

Используя выделенные ранее биотипы люцерны с повышенной самофертильностью, Уральский НИИСХ получил более 120 гибридов, превышающих по урожайности семян сорт Красноуфимская 6.

А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, А. А. Зырянцева

С. 296

Благодаря высокому потенциалу урожайности семян и вегетативной массы, относительной устойчивости к патогенам пыльной головни, сорт овса Уралец конкурентоспособен в Волго-Вятском, Западно-Сибирском регионах.

Л. С. Николаева, В. Е. Кардашина

С. 301

Сравнительный анализ вариационных рядов позволил установить для первотелок с продуктивностью свыше 7000 кг молока высоту в холке более 134 см, глубину груди свыше 72 см, косую длину туловища более 148 см, ширину в маклоках не менее 52 см, обхват груди более 197 см, обхват пясти 19,5 см.

А. В. Новиков

С. 306

Маневрирование сроками посева рапса и сурепицы позволяет уходить от теплового стресса и уменьшить период возрастания светового дня. Вырисовывается следующая закономерность: если сеять раньше, урожайность будет меньше, но более гарантирована уборка в ранние сроки и более сухих семян. Если сеять позднее, урожайность может быть значительно выше, но возрастает опасность невызревания, появляется необходимость десикации посевов и т.п.

А. Б. Пономарев, Л. А. Пономарева, Н. А. Кипрушкина

С. 312

На серых лесных тяжелосуглинистых почвах в полевых севооборотах с применением приемов биологизации возможна замена отвальной вспашки безотвальной обработкой тяжелым культиватором (глубина 15–16 см) или дискатором БДМ-4,0 (глубина 10–12 см) 1 раз в два года.

П. А. Постников, А. Б. Пономарев, В. В. Попова, О. В. Васина

С. 318

Систематическое применение сидератов и соломы на фоне N24P24K30 позволяет поддерживать плодородие пахотного слоя под культурами севооборотов, а именно: улучшается структура почвы, отмечено разуплотнение слоя 0–20 см, увеличиваются запасы продуктивной влаги и минерального азота.

П. А. Постников, В. В. Попова

С. 323

По зимостойкости, длине колоса, числу зерен в колосе, устойчивости к болезням, высоким хлебопекарным свойствам имели определенные преимущества сорта Паром, Алиса, Янтарная селекции Уральского НИИСХ. Высокое число зерен в колосе (60–65 штук) показали Крона, Таловская 41, Таловская 44, Эстафета Татарстана. Раннеспелостью и крупнозерностью (35–38 г) характеризовались сорта Иван, Солнышко, Марусенька (Саратовский НИИСХ), Полікросне, Юли 2, Поли (Украина), Лота и Бирюза (Беларусь).

Г. Н. Потапова

С. 327

Сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности. Доля затрат на приобретение семенного материала при различных технологиях производства яровой пшеницы снижается с 29,4 до 10,5 %.

А. А. Шанин, Л. В. Гусева, Н. В. Мальцев

С. 332

В аналитической лаборатории Уральского НИИСХ ежегодно исследуется до 250 образцов картофеля различных групп спелости. В клубнях определяется содержание сухого вещества, крахмала, сырого протеина, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов, тяжелых металлов.

Е. П. Шанина, Е. М. Клюкина, М. А. Стафеева, Л. Б. Сергеева, Н. А. Кипрушкина, Н. В. Масленина

С. 340

УДК 633.16:631.53(470.51/.54)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Я. В. Берсенева

В 2012–2014 гг. на опытном поле ФГБНУ «Уральский НИИСХ» были изучены 2 сорта ярового ячменя – Багрец и Белгородский 100 – и их реакция на сроки посева (оптимальный и поздний, с интервалом 10 дней) и нормы высева (4,0, 4,5, 5,0 млн всх. зерен/га). В статье показана урожайность ячменя и структура урожая (число продуктивных стеблей, число зерен в колосе, масса 1000 семян), а также приведена экономическая эффективность применения данных приемов. В результате исследований было выявлено, что сорт Белгородский 100 сформировал урожайность выше, чем Багрец на 0,16–0,36 т/га. В 2014 году продуктивность ячменя при втором сроке посева была выше, чем при первом на 0,39–0,70 т/га, в 2012 и 2013 годах урожайность была выше при первом сроке посева на 0,34–0,79 т/га. В среднем за три года исследований оба сорта ячменя при первом сроке посева показали продуктивность выше, чем при втором (на 0,13–0,31 т/га). Сорт Багрец сформировал более крупное зерно и масса 1000 семян достигала 53,3 г. При увеличении нормы высева существенных отличий в урожайности двух сортов ячменя не наблюдалось.

Ключевые слова: ячмень, сорт, срок посева, норма высева, урожайность, структура урожая, масса 1000 семян.

Ячмень – важная зерновая культура, он занимает около 35% посевных площадей в России. Он, являясь наиболее урожайной из яровых колосовых культур, ежегодно занимает значительные посевные площади [1, 2]. Однако эффективность возделывания ячменя ограничена тем, что урожайность и качество зерна этой культуры в настоящее время невысоки. Требуется совершенствование агротехники [3]. Оптимальная густота стояния растений – одно из важнейших условий, определяющих продуктивность посевов. Установление правильных норм высева и обеспечение таким путем оптимальной густоты стояния растений на гектар прежде всего позволяет наиболее полно использовать солнечную радиацию. Повышение нормы высева способствует увеличению числа плодоносящих стеблей на единице площади, несмотря на то, что продуктивная кустистость растений снижается. Отклонение от оптимального числа высеваемых семян как в сторону повышения, так и понижения ведет к снижению урожая [4]. Норма высева позволяет получать здоровые всходы оптимальной густоты, что является залогом фитосанитарного благополучия агроценоза [5, 6].

Развитие возбудителей болезней растений в значительной мере можно ограничивать,

варьируя сроками сева, нормами высева, глубиной заделки семян. Соблюдение оптимальных сроков посева является одним из важных условий получения высокого урожая и качества продукции при общем благоприятном фитосанитарном состоянии посевов [7].

Цель данных исследований – выявить влияние сроков посева и норм высева на урожайность и качество зерна новых сортов ячменя в условиях Среднего Урала.

Материалы и методы

В опыте изучали 2 сорта ярового ячменя: Багрец (оригинатор ФГБНУ «Уральский НИИСХ») и Белгородский 100 (оригинатор ОАО НПФ «Белселект»), 2 срока посева (оптимальный и поздний с интервалом 10 дней) и 3 нормы высева (4,0, 4,5, 5,0 млн всх. зерен/га). Место проведения исследований: поле ФГБНУ «Уральский НИИСХ». Предшественник – яровая пшеница, почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая. Химический состав: pH – 5,31; гумус – 3,51%; S – 25,1 ммоль/100 г; $N_{л.г.}$ – 101,0 мг/кг; P_2O_5 – 125,0 мг/кг; K_2O – 52,0 мг/кг; $H_г$ – 4,05. Удобрения вносили перед посевом в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Расположение делянок ярусное систематическое, повторность четырехкратная.

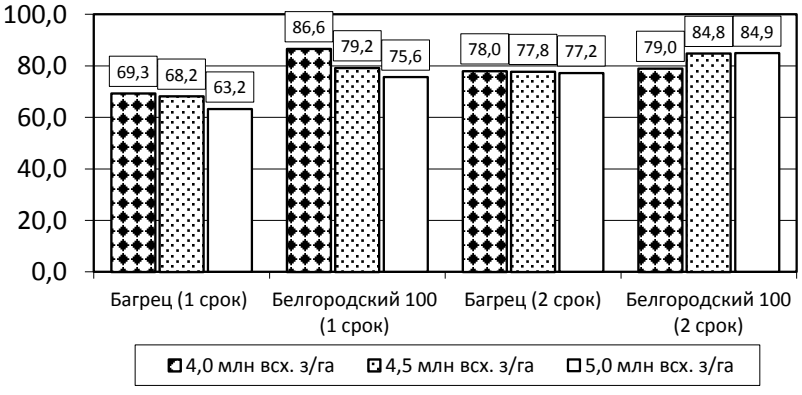
Метеоусловия в годы исследований: в 2012 году вегетационный период характеризовался ранней теплой весной, теплым, временами жарким летом и засушливыми условиями в период активной вегетации сельскохозяйственных культур. Продолжительность метеорологического лета составила 86 дней. За 15 °С период накопилось 405 °С эффективных температур, что на 268 °С больше среднемноголетних значений. ГТК вегетационного периода составил 1,10, что соответствует засушливым условиям. Вегетационный период 2013 года характеризовался прохладной весной, теплым, временами жарким летом и засушливыми условиями в начальный период активной вегетации сельскохозяйственных культур. Метеорологическое лето составило 77 дней. ГТК вегетационного периода составил 1,26. В 2014 году в мае преобладала жаркая и сухая погода, а в летние месяцы наблюдалась прохладная погода с большим количеством осадков. Метеорологическое лето составило 65 дней. ГТК вегетационного периода составил 1,73.

Результаты исследований

Полевая всхожесть растений во многом зависит от погодных условий в период посев-всходы. В 2014 году, в результате недостаточного увлажнения в данный период, было отмечено наименьшее значение полевой всхожести. 2012 и 2013 годы характеризовались более влажной и теплой погодой, что повлияло на густоту всходов и полевую всхожесть, в результате чего эти показатели были выше, чем в 2014 году, на 0,4–22,0%.

Анализируя данные за три года исследований можно сделать вывод, что сорт Белгородский 100 показал полевую всхожесть достоверно выше, чем Багрец, и составила она 75,6–86,6% (на 8,6–12,4% больше, чем у Багреца). На втором сроке посева число всходов было ниже, чем на первом на 2,4–10,8%. Увеличение нормы высева не оказало существенного влияния на изменение полевой всхожести двух сортов ячменя (рис. 1).

Численность продуктивных стеблей ячменя в среднем за три года составила 323,3–476,0 шт./м^2, и достоверно выше этот показатель был у сорта Белгородский 100 при обоих сроках посева. Стоит отметить, что в 2012 году этот показатель был самым низким, а в 2014 году самым высоким. Продуктивная кустистость была



$НСР_{05}$: для ч. различий	14,7
Для A (год)	4,3
Для B (сорт)	3,5
Для C (срок посева)	3,5
Для D (норма высева)	4,3

Рис. 1. Полевая всхожесть ячменя в зависимости он норм высева и сроков посева, %, 2012–2014 гг.

существенно выше у сорта Белгородский 100 и составила 1,4–1,6, и при втором сроке посева она была ниже, чем при первом. Между нормами высева разница была несущественной. В 2014 году продуктивная кустистость была самой высокой (1,5–2,0), а в 2013 году – самой низкой (1,2–1,4). Длина колоса ячменя колебалась от 5,4 до 6,5 см, по всем факторам разница была существенная. У сорта Багрец колос был длиннее, чем у Белгородского 100, а при норме высева 5,0 млн колос был самым коротким. На первом сроке посева этот показатель был выше, чем на втором. В 2014 году длина колоса была самой большой и составила 5,8–6,9 см, это на 0,2 см больше, чем в 2013 году и на 1,4–2,5 см больше, чем в 2012 году. Озерненность колоса колебалась от 14,1 до 16,8 шт., различия были существенными по всем факторам опыта. На первом сроке посева число зерен в колосе было выше у сорта Багрец, а на втором сроке – у сорта Белгородский 100. На втором сроке озерненность была выше, чем на первом. При норме высева 5,0 млн этот показатель был самым низким, а при норме 4,0 млн – самым высоким. В 2012 году число зерен в колосе было на 0,6–7,1 шт. меньше, чем в 2013 году и на 0,8–7,3 шт. меньше, чем в 2014 году.

Снижение нормы высева и посев в более ранние сроки приводят к увеличению массы 1000 семян у ячменя на 0,3–3,5 г.

Я. В. Берсенева

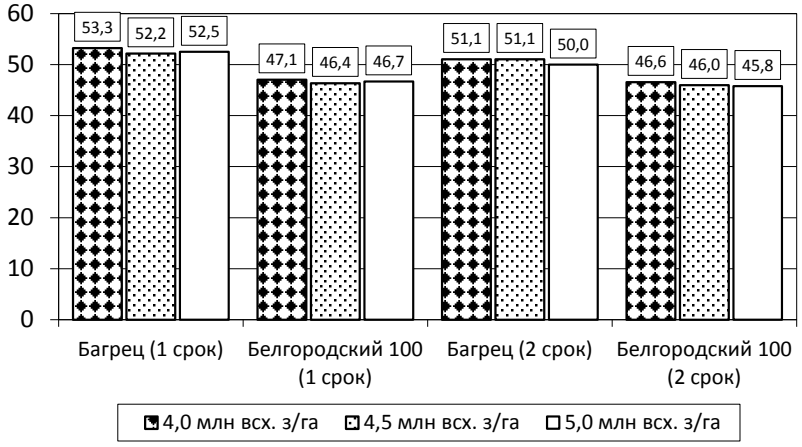
Наиболее крупным зерно было у сорта Багрец, и масса его составила 50,0–53,3 г, это на 2,9–7,5 г больше, чем у Белгородского 100 (при $НСР_{05}$ = 0,5 г, эта разница существенная). При втором сроке посева масса была существенно ниже, чем при первом, а самой высокой она была при норме высева 4,0 млн. Доля влияния фактора А (год) составила 70,4 %, и в 2012 году масса была самой низкой, а в 2013 году самой высокой (рис. 2).

Урожайность ячменя зависит от многих факторов, прежде всего на нее влияют погодные условия выращивания. Так, в опыте доля влияния фактора А (год) составила 60,2 %. Достоверно выше урожайность была в 2014 году и варьировала от 3,05 до 4,08 т/га. Самая низкая продуктивность ячменя была в 2012 году (на 1,74–1,82 т/га ниже, чем в 2014 году). Стоит отметить, что в 2014 году, урожайность обоих сортов ячменя была достоверно выше при втором сроке посева (на 0,38–0,70 т/га), тогда как в другие годы она была выше на первом сроке (на 0,34–0,79 т/га).

В среднем за три года сорт Белгородский 100 сформировал урожайность достоверно

Таблица 1 – Влияние сроков посева и норм высева на показатели структуры урожая ячменя, 2012–2014 гг.

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м^2	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт./колос
Багрец (1 срок посева)				
4,0 млн всх. з/га	336,7	1,4	6,3	16,8
4,5 млн всх. з/га	350,3	1,4	6,5	16,8
5,0 млн всх. з/га	357,5	1,4	6,2	16,4
Белгородский 100 (1 срок посева)				
4,0 млн всх. з/га	427,5	1,5	6,1	16,0
4,5 млн всх. з/га	440,0	1,6	6,1	15,4
5,0 млн всх. з/га	447,3	1,5	5,6	15,1
Багрец (2 срок посева)				
4,0 млн всх. з/га	323,3	1,3	5,9	15,3
4,5 млн всх. з/га	352,7	1,3	5,6	14,4
5,0 млн всх. з/га	382,2	1,2	5,5	14,1
Белгородский 100 (2 срок посева)				
4,0 млн всх. з/га	356,3	1,4	5,7	15,4
4,5 млн всх. з/га	476,0	1,4	5,5	15,0
5,0 млн всх. з/га	464,8	1,4	5,4	14,5
$НСР_{05}$: для ч. разл.	64,2	0,18	0,55	1,4
Для А (год)	18,5	0,05	0,16	0,4
Для В (сорт)	15,1	0,05	0,13	0,3
Для С (срок п-ва)	15,1	0,04	0,13	0,3
Для D (н. высева)	18,5	0,05	0,16	0,4



$НСР_{05}$: для ч. различий	2,2
Для A (год)	0,6
Для B (сорт)	0,5
Для C (срок посева)	0,5
Для D (норма высева)	0,6

Рис. 2. Масса 1000 семян после уборки, г, 2012–2014 гг.

Таблица 2 – Урожайность различных сортов ячменя, т/га, 2012–2014 гг.

Вариант	1-й срок посева		2-й срок посева	
	Багрец	Белгородский 100	Багрец	Белгородский 100
2012 год				
Н. в. 4,0 млн всх. з./га	1,66	2,34	1,23	1,59
Н. в. 4,5 млн всх. з./га	1,60	2,31	1,26	1,59
Н. в. 5,0 млн всх. з./га	1,93	2,30	1,29	1,58
2013 год				
Н. в. 4,0 млн всх. з./га	2,95	3,03	2,22	2,36
Н. в. 4,5 млн всх. з./га	2,99	3,00	2,20	2,45
Н. в. 5,0 млн всх. з./га	2,88	2,90	2,39	2,54
2014 год				
Н. в. 4,0 млн всх. з./га	3,05	3,13	3,63	3,62
Н. в. 4,5 млн всх. з./га	3,19	3,55	3,77	3,94
Н. в. 5,0 млн всх. з./га	3,09	3,38	3,59	4,08
Средняя				
Н. в. 4,0 млн всх. з./га	2,55	2,83	2,36	2,52
Н. в. 4,5 млн всх. з./га	2,59	2,95	2,41	2,66
Н. в. 5,0 млн всх. з./га	2,63	2,86	2,42	2,73
$НСР_{05}$: для ч. различий	0,73			
Для A (год)	0,21 (60,19 %)			
Для B (сорт)	0,17 (1,99 %)			
Для C (срок посева)	0,17 (1,37 %)			
Для D (норма высева)	0,21 (0,21 %)			

Таблица 3 – Экономическая оценка применения удобрений в посевах ячменя, 2012–2014 гг.

Вариант	Себестоимость, руб./т		Условный чистый доход, руб./га		Рентабельность, %	
	Багрец	Белгородский 100	Багрец	Белгородский 100	Багрец	Белгородский 100
1 срок посева						
Н.в. 4,0 млн всх. з/га	8408,7	7632,2	29 557,9	35 000,9	137,8	162,0
Н.в. 4,5 млн всх. з/га	8623,5	7655,5	29 465,1	36 416,2	131,9	161,2
Н.в. 5,0 млн всх. з/га	8841,6	8156,9	29 346,6	33 871,3	126,2	145,2
2 срок посева						
Н.в. 4,0 млн всх. з/га	9004,3	8436,8	25 949,8	29 139,3	122,1	137,1
Н.в. 4,5 млн всх. з/га	9188,5	8367,2	26 055,6	30 943,1	117,7	139,0
Н.в. 5,0 млн всх. з/га	9519,2	8491,1	25 363,6	31 4193	110,1	135,5

выше, чем Багрец, и она варьировала от 2,52–2,95 т/га. Также существенные отличия были по срокам посева и на первом сроке оба сорта ячменя показали урожайность выше, чем на втором (на 0,13–0,31 т/га). Между нормами высева разница в урожайности находилась в пределах $НСР_{05}$ (0,21 т/га), поэтому она была несущественной (табл. 2).

Себестоимость производства 1 тонны зерна ячменя составила 7632,2–9519,2 руб./т, и на всех вариантах она была ниже у сорта Белгородский 100. При увеличении нормы высева увеличивалась себестоимость и, соответственно, снижалась рентабельность производства, которая составила 110,1–162,0 % и была выше у сорта Белгородский 100. При втором сроке посева себестоимость производства обоих сортов ячменя была выше, чем при первом сроке, а уровень рентабельности ниже. Стоит отметить, что в 2012 году уровень рентабельности был самым низким, а в 2014 году – самым высоким. Также в 2014 году рентабельность на втором сроке посева была выше, чем на первом (за счет более высокой продуктивности), а в 2012 и 2013 годах – на первом сроке она была выше (табл. 3).

Выводы

1. Максимальные показатели продуктивного стеблестоя и продуктивной кустистости (551 шт./м^2 и 1,8 соответственно) наблюдались у более продуктивного сорта Белгородский 100. При первом сроке посева кустистость, длина колоса ячменя и его озерненность были больше, чем при втором.

2. Крупность семян главным образом зависит от погодных условий и сортовых особенностей. Наиболее крупным зерно было у сорта Багрец на 2,9–7,5 г больше, чем у Белгородского 100. Снижение нормы высева и посев в более ранние сроки приводят к увеличению массы 1000 семян у ячменя на 0,3–3,5 г.

3. Урожайность ячменя главным образом зависит от сортовых особенностей и погодных условий в период вегетации. Так, наиболее высокая продуктивность была у сорта Белгородский 100 и достигала 2,95 т/га. Затягивание с посевом приводит к снижению продуктивности на 0,13–0,31 т/га. При увеличении нормы высева с 4,0 до 5,0 млн существенных различий в урожайности ячменя не наблюдалось. В 2014 году урожайность при втором сроке посева была выше, чем при первом на 0,39–0,70 т/га, а в 2012 и 2013 годах она была выше при первом сроке посева на 0,34–0,79 т/га.

4. Наиболее высокая рентабельность производства была получена при первом сроке посева. Вследствие того, что увеличение нормы высева не дало существенной прибавки урожая, более рентабельно применять норму высева 4,0 млн всх. зерен/га.

Список литературы

1. Алтухов А. И., Васютин А. С. Зерно – России. М. : ЭКОНДС-К, 2002. 432 с.

2. Губанов М. В., Губанова В. М. Урожайность и элементы структуры селекционных линий ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : сб. трудов. Курган, 2011. С. 94–95.

3. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на урожайность и качество зерна ячменя / В. Н. Фомин, С. И. Спичков, М. М. Нафиков, А. А. Замайдинов // Кормопроизводство. 2014. № 5. С. 32–35.

4. Елагин И. Н. Оптимальные нормы высева и качество сева – важное условие повышения урожайности зерновых и зернобобовых культур // Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур : сб. трудов ВАСХНИЛ. М., 1971. С. 144–149.

5. Reid D. A., Wiebe G. A., Dahms R. G. Barley. Washington, 1968. 255 p.

6. Tillage Method and Sowing Rate Relations for Dryland Spring Wheat, Barley, and Oat / W. Schillinger, D. Wellsandt, H. Schafer, S. Schofstoll, R. Papendick // Pacific Northwest Conservation Tillage Handbook Series No. 30 Chapter 2 ñ Conservation Tillage Systems and Equipment, 2005. P. 1–13.

7. Агротехнический метод защиты растений : учеб. пособие / В. А. Чулкина [и др.]. ООО «Издательство ЮКЭА», 2000. С. 334–336.

Берсенева Яна Васильевна, научный сотрудник отдела семеноводства зерновых культур, ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail:yana-chutkova@mail.ru.

* * *

УДК 636.082.2:636.2

ДИНАМИКА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОЛШТИНИЗИРОВАННЫХ КОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КРОВНОСТИ

В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина

Межпородное скрещивание крупного рогатого скота является одним из основных способов улучшения породы. Для улучшения всех молочных пород крупного рогатого скота используется голштинская порода. Проанализирована динамика молочной продуктивности помесей черно-пестрой породы с голштинскими быками в целом по региону Урала и по Свердловской области как самой передовой. Для анализа использованы материалы сводных бонитировок субъектов. Установлено, что в целом по Уральскому региону использование генофонда голштинской породы положительно влияет на молочную продуктивность помесей различной кровности. По всем помесям за первую лактацию удой за пять лет (с 2005-го по 2010 годы) увеличился на 1184 кг, а за третью полновозрастную – на 1398 кг молока. За период с 2010-го по 2014 годы молочная продуктивность помесных коров-первотелок увеличилась на 789 кг и составила 5764 кг молока, а за третью – на 814 кг и 6041 кг соответственно. Наибольшее увеличение продуктивности как за первую, так и за третью полновозрастную лактацию отмечается у помесей с кровностью более 87,5%. По молочной продуктивности голштинизированные животные превосходят своих черно-пестрых сверстниц. На фоне общего повышения молочной продуктивности как по помесям, так и по сверстницам разница между ними по удою в 2005 достигала 254 кг, к 2010 году она составила 896 кг и в 2014 году – 634 кг молока. Различия по молочной продуктивности помесей и сверстниц, отмеченные в целом по Уральскому региону, сохранились и у животных Свердловской области.

Ключевые слова: голштинизированный скот, помеси, кровность, сверстницы, молочная продуктивность.

Межпородное скрещивание крупного рогатого скота как метод улучшения продуктивности является одним из основных способов улучшения породы. Этот метод позволяет усилить отдельные хозяйственно-полезные признаки или, наоборот, устранить недостатки в улучшаемых породах [1, 2].

В настоящее время для улучшения практически всех молочных пород крупного рогатого скота используется голштинская порода. Данная порода выведена в Голландии, но все свои самые высокие показатели продуктивности она проявила на американском континенте. Животные голштинской породы отличаются значительной живой массой, высокой молочной продуктивностью и способностью синтезировать молоко даже при неблагоприятных кормовых условиях [3–9, 18].

Голштинские быки-производители используются практически во всех зонах нашей страны [7–10]. В Уральском регионе, который включает в себя 7 субъектов Российской Федерации (Свердловская, Тюменская, Челябинская, Курганская области, Пермский край, Республика Башкортостан и Удмуртская Республика) массовая голштинизация крупного рогатого скота черно-пестрой породы началась в семидесятых годах XX столетия [11–13]. В результате прове-

денной работы сформирован новый уральский тип черно-пестрой голштинизированной породы, утвержденный 2 февраля 2002 года.

Многочисленные исследования по изучению эффективности скрещивания голштинских быков-производителей с маточным поголовьем местного скота проводятся во всех научных институтах страны [14, 17]. Сотрудниками ФГБНУ «Уральский НИИСХ» проанализирована динамика молочной продуктивности коров нового типа в целом по уральскому региону и по Свердловской области как самой передовой в Уральском регионе [13–16].

Методика

Для анализа молочной продуктивности использованы материалы сотрудников института, данные сводных бонитировок субъектов Уральского региона, которые ежегодно формируются для работы Координационного совета по совершенствованию черно-пестрого скота Урала и публикуются в виде «Оценки племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала».

Результаты исследований

Результаты молочной продуктивности животных различной кровности проанализированы за 2005-й, 2010-й и 2014 годы, полученных от скрещивания коров черно-пестрой породы с голштинскими быками (табл. 1).

Анализ таблицы 1 показывает, что в целом по Уральскому региону использование генофонда голштинской породы положительно влияет на увеличение поголовья и молочную продуктивность помесей уральского типа. Так, в 2005 году общее поголовье коров составляло 5468 голов по первой и 15 088 голов – по третьей лактации, а сверстниц – 3039 и 10 269 голов соответственно. В течение последующих пяти лет общее поголовье животных увеличилось в 7,7 и 4,0 раза соответственно по лактациям. При этом поголовье сверстниц сократилось.

На фоне увеличения поголовья коров уральского типа их молочная продуктивность значительно повысилась. Так, в среднем по всем помесям за первую лактацию удой за пять лет (с 2005-го по 2010 годы) увеличился на 1184 кг, а за третью полновозрастную – на 1398 кг молока. Массовая доля жира в молоке

Таблица 1 – Результаты скрещивания коров черно-пестрой породы с быками голштинской породы по Уральскому региону

Кровность	1-я лактация					3-я лактация				
	голов	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	живая масса, кг	голов	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	живая масса, кг
2005 год										
< 50 %	1646	3555	3,80	–	460	8313	3742	3,78	–	499
50 %	832	3856	3,77	–	456	1900	3858	3,76	–	432
> 50 %	2990	3903	3,82	–	462	4875	3966	3,75	–	502
В среднем	5468	3791	3,81	–	461	15 088	3829	3,77	–	499
Сверстницы	3039	3537	3,78	–	461	10 269	3619	3,76	–	498
2010 год										
До 50 %	7530	4435	3,80	3,05	472	17 515	4901	3,84	3,07	527
51–75 %	14 840	4761	3,78	3,03	477	23 558	5122	3,82	3,11	542
76–87,5 %	9756	4939	3,85	3,04	493	12 701	5581	3,86	3,05	552
> 87,5 %	9760	5755	3,87	3,04	513	6619	5783	3,91	3,06	574
В среднем	41 886	4975	3,82	3,04	488	60 393	5227	3,84	3,08	543
Сверстницы	1685	4079	3,83	3,00	459	5298	4380	3,83	3,09	516
2014 год										
50 %	3756	4857	4,00	3,05	479	9813	5403	3,86	3,10	541
75 %	12 311	5324	3,92	3,10	492	21 442	5885	3,88	3,11	545
87,5 %	9937	5585	3,88	3,08	495	13 143	6139	3,84	3,10	560
> 87,5 %	17 379	6373	3,85	3,11	526	11 945	6739	3,95	3,11	584
В среднем	43 383	5764	3,91	3,09	505	56 343	6041	3,88	3,10	556
Сверстницы	900	5130	3,91	3,06	471	2947	4887	3,84	3,08	539

помесей за первую лактацию увеличилась незначительно (+0,01 %), а за третью – на 0,07 %.

За период с 2010 по 2014 годы молочная продуктивность помесных коров-первотелок увеличилась на 789 кг и составила 5764 кг молока, а за третью – на 814 кг и 6041 кг соответственно. При этом наибольшее увеличение продуктивности как за первую, так и за третью полновозрастную лактацию отмечается у помесей с кровностью более 87,5 %. Разница помесей этой группы в удое за период составила 618 и 956 кг соответственно.

Наибольшее повышение жирномолочности первотелок животных уральского типа черно-пестрого скота (+0,20 %) отмечается с кровностью 50 %, что еще раз подтверждает проявление гетерозиса.

В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина

Содержание жира в молоке всех помесных первотелок за последние пять лет увеличилось на 0,09 %, что составило 3,91 %. Наибольшее повышение жирномолочности первотелок животных уральского типа черно-пестрого скота (+0,20 %) отмечается с кровностью 50 %, что еще раз подтверждает проявление гетерозиса. Так, массовая доля жира в молоке помесей первотелок третьего поколения (более 75 %) составляет 3,92 % (+0,14 %), четвертого поколения (87,5 %) – 3,88 % (+0,03 %). Зафиксировано снижение жирномолочности на 0,02 %. Животных с кровностью более 87,5 %. Существенной разницы у полновозрастных помесных коров в жирномолочности за последние пять лет не отмечено.

В отношении массовой доли белка в молоке следует отметить, что помеси по всей выборке коров Уральского региона превышают данный показатель сверстниц черно-пестрой породы. Разница в белковомолочности между помесями различной кровности незначительная и за последние пять лет практически не изменилась.

По молочной продуктивности голштинизированные помеси превосходят своих чистопородных черно-пестрых сверстниц. На фоне общего повышения молочной продуктивности по голштинизированным помесным животным, так и по черно-пестрым сверстницам, разница между ними по удою в 2005 достигала 254 кг, к 2010 году она составила 896 кг и в 2014 году – 634 кг молока.

Различия по молочной продуктивности помесей и сверстниц, отмеченные в целом по Уральскому региону, сохранились и у животных Свердловской области (табл. 2).

При анализе данных по Свердловской области установлено, что общее поголовье голштинизированных помесных первотелок за

Таблица 2 – Результаты скрещивания коров черно-пестрой породы с быками голштинской породы по Свердловской области

Кровность	1-я лактация					3-я лактация				
	голов	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	живая масса, кг	голов	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	живая масса, кг
2010 год										
50 %	3350	4367	3,90	3,00	475	6945	4793	3,90	3,00	537
75 %	4343	4708	3,90	3,00	484	6636	5272	3,90	3,10	555
87,5 %	3138	5453	3,90	3,10	513	3937	6143	4,00	3,10	589
> 87,5 %	4178	6579	4,00	3,10	539	2128	6852	4,00	3,10	615
В среднем	15 009	5308	3,92	3,04	503	19 646	5448	3,94	3,07	562
Сверстницы	759	3584	4,00	3,10	447	3425	4290	3,90	3,10	511
2014 год										
50 %	2659	4719	3,79	3,01	477	6063	5534	3,84	3,02	545
75 %	3893	5631	3,86	3,01	508	6219	6229	3,86	3,02	557
87,5 %	3802	6104	3,90	3,03	518	4601	6871	3,91	3,05	588
> 87,5 %	7230	7281	3,92	3,10	558	4348	7976	3,95	3,08	624
В среднем	17 584	6274	3,87	3,04	526	21 231	6527	3,90	3,05	574
Сверстницы	24	4569	3,81	3,06	506	2015	4550	3,77	3,05	539

последние 5 лет увеличилось на 2575 голов, а молочная продуктивность при этом – на 966 кг и составила 6274 кг. Поголовье полновозрастных коров за этот промежуток увеличилось на 1585 голов, при повышении молочной продуктивности на 1079 кг.

Наибольшее повышение молочной продуктивности по первой лактации произошло в группе помесей с кровностью 75 % (+926 кг молока), а полновозрастных животных – с кровностью более 87,5 % (1124 кг).

По отношению к сверстницам все помеси превосходят по молочной продуктивности – от 783 кг по первой лактации до 243 кг по третьей. По жирно- и белковомолочности существенных различий как между помесями, так и сверстницами не отмечено.

В результате целенаправленной селекционно-племенной работы в регионе Урала создан значительный массив животных уральского типа, обладающий повышенной, по сравнению с чистопородными черно-пестрыми сверстницами молочной продуктивностью. Преимущество помесей закономерно увеличивается с ростом кровности по голштинской породе.

Выводы

1. Использование генофонда голштинской породы в субъектах Уральского региона за 5 лет (2005–2010 гг.) способствует повышению молочной продуктивности в целом по всем помесям на 1184 кг по первой лактации и на 1398 кг – по третьей.

2. Превосходство по молочной продуктивности над сверстницами составляет в 2005 году по первой лактации 254 кг, по полновозрастной – 210 кг молока. В течение 10 лет разница составила 634 кг и 1154 кг соответственно.

3. По Свердловской области при удое 6274–6527 кг увеличение молочной продуктивности животных уральского типа за последние 5 лет по первой лактации составило 966 кг молока, а полновозрастных животных – 1079 кг молока.

4. Рекомендуется проводить поглотительное скрещивание во всех сельскохозяйственных организациях Уральского региона.

Список литературы

1. Мысик А. Т. Состояние животноводства в мире, на континентах, в отдельных странах и направления развития // Зоотехния. 2014. № 1. С. 2–6.

2. Овчинникова Л. Ю., Бабич Е. А. Сравнительная характеристика черно-пестрого скота разных генотипов // Известия Оренбургского аграрного университета. 2014. № 5(49). С. 132–135.

3. Прохоренко П. Н., Логинов Ж. Г. Голштино-фризская порода скота. Л. : Агропромиздат, 1985. 237 с.

4. Эрнст Л. К. Дмитриев Н. Г., Паронян И. А. Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных в России и сопредельных странах. СПб., 1994. С. 13–14.

5. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No. 612. P. 1–8.

6. Батанов С., Березкина Г., Шкарупа Е. Реализация генетического потенциала быков-производителей различных эколого-генетических групп // Зоотехния. 2011. № 10. С. 6–7.

7. Boichard D., Ducrocg V., Colleau S. Where is dairy cattle breeding going? // A vision of the future interbull Bulletin. 2010. № 41. P. 63–68.

8. Микалайчик И., Достовалов Е., Костромахин Н. Совершенствование племенного молочного скота Зауралья // Главный зоотехник. 2014. № 8. С. 6–10.

9. Сельцов В., Калиевская Г. Реализация продуктивного потенциала первотелок в зависимости от генотипа и условий содержания // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 7. С. 8–10.

10. Емельянов Е. С., Мельникова Н. М., Шуклина А. В. Основа успеха – совершенствование молочного скотоводства // Главный зоотехник. 2008. № 8. С. 62–64.

11. Гридина С. Л., Петров В. А. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала за 2010 год. Екатеринбург, 2006. С. 23.

12. Гридина С. Л., Петров В. А. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала за 2010 год. Екатеринбург, 2011. С. 22.

13. Гридина С. Л., Гридин В. Ф. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала за 2014 год. Екатеринбург, 2015. С. 27.

14. Кибкало Л., Жеребилов Н. Аспекты продуктивного долголетия чистопородных и помесных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 2. С. 24–25.

15. Мымрин В. С., Гридина С. Л., Гридин В. Ф. Результаты голштинизации черно-пестрого скота в Уральском регионе // Генетика и разведение животных. 2014. № 2. С. 17–20.

16. Гридин В. Ф., Тягунов Р. С. Молочная продуктивность коров голштинской породы различной селекции // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 2. С. 35–37.

17. Мирошников С. А., Литовченко В. Г. Воспроизводительная способность маток как критерий изучаемых генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2(40). С. 122–124.

18. Обеспечение продовольственной безопасности – комплексный подход / В. Г. Литовченко [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 4. С. 29–35.

Гридин Виктор Федорович, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail GVF-PTO@mail.ru.

Гридина Светлана Леонидовна, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail Uralselex@mail.ru.

* * *

УДК 636.082:636.2

ГЕНОТИПИРОВАНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПЛЕМЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ГЕНУ КАППА-КАЗЕИНА

С. Л. Гридина, И. В. Ткаченко

Актуальной проблемой современного животноводства является повышение качественных характеристик молочной продукции. Изучение полиморфизма гена каппа-казеина крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области проведено на выборке животных черно-пестрой породы уральского типа. Генотипирование выполнено в условиях лаборатории ФГБНУ «Уральский НИИСХ». В качестве биологического материала для исследований использовали образцы цельной крови. Создан банк ДНК-проб. Методом ПЦР-ПДРФ проведена оценка 545 голов крупного рогатого скота уральского типа по гену каппа-казеина. Наибольшее распространение имеет крупный рогатый скот с гомозиготным генотипом АА – 67,9 %. Генотипом АВ характеризуется 28,4 % животных, генотипом ВВ – 3,7 %. Быки-производители, передающие аллель В гена каппа-казеина, имеют высокую племенную ценность, к линии Рефлекшн Соверинг относятся 58,4 % быков. Изучена молочная продуктивность коров с разным генотипом по каппа-казеину за 305 дней первой лактации. Наиболее высокой обильномолочностью характеризовались первотелки с генотипом АА – 8005 кг, сверстницы с генотипом АВ имели удой 7187 кг молока, что меньше на 818 кг, или 10,2 %, при $P < 0,01$. Содержание белка в молоке коров, гетерозиготных по каппа-казеину составило 3,17 %, что выше, чем у гомозиготных сверстниц с генотипом АА на 0,08 % при $P < 0,01$. Гомозиготные носительницы генотипа ВВ по каппа-казеину имели наибольшее содержание жира в молоке, равное 4,39 %, достоверно превосходя по этому показателю особей с АА-генотипом при $P < 0,001$.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, тип уральский, ген каппа-казеина, полиморфизм, молочная продуктивность.

Одной из актуальных проблем современного животноводства является повышение качественных характеристик молочной продукции, в частности, увеличение содержания белковых фракций. Внимание многих исследователей привлекает локус гена одного из основных молочных белков – каппа-казеина (CSN3) [2, 3, 10, 13]. Как и другие белки молока, CSN3 встречается в нескольких вариантах, при этом в основе белкового полиморфизма каппа-казеина лежит генетический полиморфизм последовательности соответствующего гена, обусловленный единичными нуклеотидными заменами в кодирующем участке ДНК [9].

При изучении структуры гена выявлено, по данным разных авторов, от 7 до 12 аллелей каппа-казеина. Большинство из этих вариантов встречаются редко, а некоторые установлены лишь у отдельных представителей подсемейства Bovinae. Так, H-аллель обнаружен у буйволов, G-аллель у яков и зубров. Наиболее часто встречаются два варианта – А и В. К настоящему времени накоплены данные, позволяющие утверждать, что аллель В ассоциирован с более высоким содержанием белка и лучшими коагуляционными свойствами молока, что повышает его пищевые качества и сыродельные характеристики. В связи с этим, желательным

для производства является молоко, полученное от коров, имеющих генотип ВВ по каппа-казеину [1, 4, 7, 12, 14].

Цель исследований состояла в определении генетической структуры и оценке молочной продуктивности крупного рогатого скота уральского типа с различными генотипами по гену каппа-казеина (CSN3).

Материалы и методы

Изучение аллелофонда по гену каппа-казеина CSN3 методами молекулярной диагностики проведено в период с 2013–2015 гг. на 545 головах голштинизированного крупного рогатого скота племенных стад Свердловской области. Степень голштинизации черно-пестрой породы на момент исследований составила 88%. Молочную продуктивность изучали по результатам первой лактации на выборке животных из племенных организаций Свердловской области, имеющих средний удой на фуражную корову свыше 7000 кг молока: ООО «Агрофирма «Уральская», Колхоз «Урал», СПК «Килачевский», ООО «Бородулинское», ООО «Мезенское». Возраст первотелок при этом составил от 23 до 27 месяцев.

В качестве биологического материала для исследования использовали образцы цельной крови. Выделение ДНК проводили набором ДНК-Экстран-1 производства ЗАО «Синтол». Генотипирование животных выполняли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим анализом полиморфизма длин рестриктных фрагментов (ПДРФ).

Для амплификации фрагментов гена каппа-казеина использовали следующую пару праймеров:

CSN F: 5′-ATA gCC AAA TAT ATC CCA ATT CAg T-3′

CSN R: 5′-TTT ATT AAT AAg TCC ATg AAT CTT g-3′

Данные олигонуклеотиды предложены *D. Denicourt et al.* [15] для выделения белок-кодирующей последовательности, содержащей однонуклеотидные замены. Изучение базы генетического банка (*www.ncbi*) показало, что величина синтезированной последовательности (амплификата) составляет 531 пар нуклеотидов. Дальнейшая обработка полученного продукта эндонуклеазой рестрикции Hind III приводит к его расщеплению с образованием фрагментов различной длины, при этом генотипу АА соответствует фрагмент 531 п.н., генотипу АВ – 531, 377 и 154 п.н. и генотипу ВВ – 377 и 154 п.н., что выявляется методом электрофореза в агарозном геле (рис. 1).

Для определения полиморфизма гена каппа-казеина в популяции крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области была рассчитана частота встречаемости аллелей согласно общепринятым методикам [8].

В качестве материала для анализа молочной продуктивности использованы данные зоотехнического учета, занесенные в информационную базу программы ИАС «Селэкс» – молочный скот.

Результаты исследований

Исследовательские работы по изучению полиморфизма гена каппа-казеина в ФГБНУ «Уральский НИИСХ», начатые в 2013 году, сопровождались накоплением генетического материала. За истекший период в целях консервации генетических ресурсов создан и продолжает пополняться банк ДНК-проб, который к настоящему времени составляет более 700 образцов, методом ПЦР-ПДРФ проведена оценка полиморфизма гена каппа-казеина 545 голов крупного рогатого скота племенных предприятий Свердловской области.

Анализ результатов ДНК-диагностики по определению вариантов гена каппа-казеина позволил установить, что наибольшее распространение в голштинизированном уральском типе имеет крупный рогатый скот с гомозиготным генотипом АА гена CSN3 – 370 голов

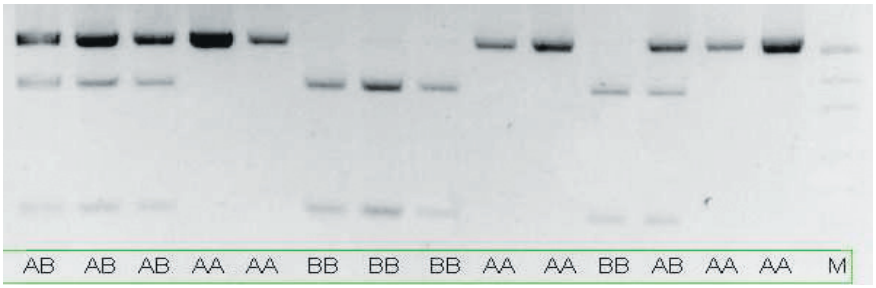


Рис. 1. Электрофореграмма фрагментов рестрикции гена каппа-казеина, М – маркер pUC19

(67,9%). Гетерозиготный генотип АВ выявлен у 155 особей (28,4%), генотипом ВВ характеризовались 20 животных (3,7%). В соответствии с этим, частота аллеля А равна 0,821 (82,1%), аллеля В – 0,179 (17,9%). Полученные результаты сопоставимы с данными, имеющимися в литературе [5, 6, 11], и отражают общую картину по голштинской породе.

Из 545 тестированных особей 268 голов (49,2%) относились к трем племенным предприятиям: ООО «Агрофирма Уральская», СПК «Килачевский» и Колхоз «Урал». Рассматривая частоту встречаемости гена каппа-казеина в разрезе отдельных племенных предприятий, становится очевидным, что имеются определенные различия по этому показателю. Так, наибольшее распространение В-вариант гена получил в ООО «Агрофирма Уральская» и СПК «Килачевский», где имеется по 8 особей, несущих генотип ВВ каппа-казеина (табл. 1).

Генотип крупного рогатого скота по гену каппа-казеина оказывает влияние на качественный состав молока, следует поддерживать в стадах достаточное количество животных, несущих в своем геноме аллель В гена каппа-казеина.

С. Л. Гридина, И. В. Ткаченко

Генотипированное поголовье представлено потомками 83 быков-производителей. Однако лишь некоторые из них являются носителями аллеля В гена каппа-казеина. В ООО «Агрофирма Уральская» животные с ВВ-генотипом получены от быков Тойстори 60372887, Лазарит 62398872, Эверетт 129909510, Деймон 63285272, Эмен 105018721 и Флинт 1223. В СПК «Килачевский» носители генотипа ВВ являются потомками следующих производителей: Пропер 65472563, Яно 66591071, Фридом 105331968. Кроме того, в выборке всего исследованного поголовья присутствуют животные, получившие аллель В каппа-казеина от быков Лакота 103680069, Квинт 1317 и Спейсшип 7425444.

Оцененные по качеству потомства быки-производители с аллелем В гена CSN3 имеют высокую племенную ценность, при этом их большая часть – 58,3% – относится к линии Рефлекшн Соверинг 198998 американской селекции (Тойстори 60372887 – А1Б3, Деймон 63285272/9639, Пропер 65472563/10041 – А1, Яно 66591071/10085) и канадского происхождения (Эмен 105018721 – А1Б1, Лакота 103680069 – А1), в линии Вис Айдиал 933122 (Лазарит 62398872 – А1, Квинт 1317 – Б1, Флинт 1223 – А.1, Спейсшип 7425444 – А.Б2). Несмотря на то, что, согласно литературным данным, В-вариант гена каппа-казеина благотворно влияет на качественные характеристики молока, ряд быков является улучшателями по удою с категорией А1.

Молочная продуктивность коров с разным генотипом по каппа-казеину изучена на основании данных, полученных за 305 дней первой лактации. Оценивали обильномолочность, процентное содержание жира и белка в молоке. В выборку вошли животные из племенных организаций с удоем на фуражную корову более 7000 кг молока за год (табл. 2).

Удой в группе животных с генотипом АА был наивысшим и составил 8005±150 кг молока. Гетерозиготные первотелки (АВ) в наших исследованиях характеризовались минимальным значением обильномолочности, но отличались высокой массовой долей белка при уровне содержания жира выше среднего по стаду. Гомозиготные носительницы генотипа ВВ по каппа-казеину имели наибольшее содержание жира в молоке, равное 4,39%, достоверно превосходя по этому показателю особей с АА-генотипом при $P < 0,001$, однако по белковомолочности различий зафиксировано не было.

Таблица 1 – Полиморфизм крупного рогатого скота уральского типа по гену каппа-казеина

Группы животных	Число голов	Частота генотипа						Частота аллелей, %	
		АА		АВ		ВВ			
		n	%	*n*	%	*n*	%	А	В
Всего, голов	545	370	67,9	155	28,4	20	3,7	82,1	17,9
в том числе									
ООО «Агрофирма Уральская»	85	50	58,8	27	31,8	8	9,4	74,7	25,3
СПК «Килачевский»	113	65	57,5	40	35,4	8	7,1	75,2	24,8
Колхоз «Урал»	70	52	74,3	18	25,7	–	–	87,1	12,9

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров с различными генотипами каппа-казеина за 305 дней первой лактации

Генотип	Количество животных	Статистический показатель	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
АА	103	M±m	8005±150	3,97±0,03	3,09±0,02
		lim	5055–11735	3,40–5,22	2,61–3,43
		Cv	19,1	6,6	6,2
АВ	26	M±m	7187±235**	4,15±0,08*	3,17±0,02**
		lim	4559–9247	3,48–5,34	2,84–3,41
		Cv	16,7	10,2	3,9
ВВ	6	M±m	7742±463	4,39±0,11***	3,09±0,05
		lim	6679–9947	4,07–4,78	2,85–3,19
		Cv	14,7	6,1	4,0
В среднем по выборке	135	7839	7839±129	4,02±0,03	3,10±0,02

*P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001 (по сравнению с генотипом АА).

Выводы. Рекомендации

Таким образом, в популяции крупного рогатого скота уральского типа (голштинизированный черно-пестрый скот) на данном этапе исследований было выявлено преимущество по обильномолочности гомозиготных первотелок с генотипом АА каппа-казеина, и увеличение содержания белка в молоке гетерозиготных животных. Наличие в генотипе животных аллеля В оказывает положительное влияние на содержание молочного жира.

В связи с тем, что генотип крупного рогатого скота по гену каппа-казеина оказывает влияние на качественный состав молока, следует поддерживать в стадах достаточное количество животных, несущих в своем геноме аллель В гена каппа-казеина. Для этого необходимо проводить генотипирование животных с целью отбора и последующего подбора особей – носителей желательного аллеля.

Список литературы

1. Бадагуева Ю. Н. Сравнительный анализ полиморфизма гена каппа-казеина у представителей подсемейства Bovinae : автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 1995.

2. Галлямова А., Исламова С. Каппа-казеин – важнейший селекционный критерий в молочном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 2. С. 17–19.

3. Ганган В. И., Сычева О. В. Молочная продуктивность коров симментальской породы с различными генотипами по локусу каппа-казеина // Зоотехния. 2011. № 12. С. 8–9.

4. Гончаренко И. В., Гузеев Ю. В. Исследования генных модификаций каппа-казеина молока крупного рогатого скота // Аграрний вісник Причорномор'я. 2011. Вип. 58.

5. Ефимова Л. В. Применение методов ДНК-технологии при оценке быков-производителей красно-пестрой породы по потомству // Зоотехния. 2011. № 1. С. 7–8.

6. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л. А. Калашникова [и др.] // Лесные Поляны, ВНИИплем. 1999. 148 с.

7. Калашникова Л. А., Хабибрахманова Я. А., Тинаев А. Ш. Влияние полиморфизма генов молочных белков и гормонов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы // Доклады РАСХН. 2009. № 3. С. 49–52.

8. Меркурьева Е. К., Шангин-Березовский Г. Н. Генетика с основами биометрии. М. : Колос, 1983. 400 с.

9. Павлова И. Ю. Племенные ресурсы холмогорской породы крупного рогатого скота по генам молочных белков : автореф. дис. … канд. биол. наук. Лесные Поляны, 2011. 20 с.

10. Полиморфизм генов CSN3, bPRL и bGH у коров костромской породы в связи с показателями молочной продуктивности / А. В. Перчун [и др.] // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. Ч. 2. С. 304–308.

11. Ткаченко И. В. Влияние генетических вариантов каппа-казеина на качество молока // Новые горизонты аграрной науки Урала : сб. науч. тр. ГНУ Уральский НИИСХ (к зональным совещаниям по проведению полевых работ в Свердловской области в 2014 году). Екатеринбург, 2014. Т. 2. С. 162–166.

12. Тюлькин С., Ахметов Т., Нургалиев М. Технологические свойства молока коров с разными генотипами каппа-казеина // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 8. С. 4–5.

13. Часовщикова М. Взаимосвязь генетических вариантов каппа-казеина с молочной

продуктивностью коров // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 8. С. 6–7.

14. Alinaghizadeh Rohallah, Mohammad Abadi Mohammadreza, Moradnasab Badrabadi Shahin. Kappa-Casein Gene Study in Iranian Sistani Cattle Breed (Bos indicus) Using PCR-RFLP // Pakistan Journal of Biological Scienses. 2007. Volume: 10. Issue: 23. Page No.: 4291–4294 (http://www.scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2007.4291.4294).

15. Denicourt, D., Sabour M. P., McAllister A. J. Detection of bovine k-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method // Animal Genetics.1990.V.21. P. 215−216.

Гридина Светлана Леонидовна, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: uralselex@mail.ru.

Ткаченко Инга Владимировна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела животноводства и иммуногенетической экспертизы, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: tkachenko_uniish@mail.ru.

* * *

УДК 633.491:631.52

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ОБРАЗОВАНИЕ МИКРОКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

М. К. Кокшарова

В ускоренном размножении оздоровленного картофеля все большее внимание уделяется изучению способа получения микроклубней в культуре *in vitro*. Микроклубни как посадочный материал можно накапливать и сохранять в течение года, высаживать в открытый грунт на торфяные почвы и почвы огородного типа. Использование микроклубней сокращает производство элиты на 2–3 года. Однако пробирочные растения не всегда образуют микроклубни. Их образование зависит от состава питательной среды и условий выращивания. Установлено влияние условий температурного режима на образование микроклубней пробирочной культурой картофеля. Определена среднесуточная температура выращивания микроклубней при естественном и искусственном освещении. При постоянной среднесуточной температуре 16–18 °С и естественном освещении у 100 % пробирочных растений картофеля сорта Ирбитский и 97,8 % сорта Каменский получены микроклубни. Приведены данные образования микроклубней при снижении ночной температуры выращивания (в течение 8 часов) до 20–22 °С и 16–18 °С. Количество растений, образовавших клубеньки, при ночной температуре 20–22 °С составило 58,7 % у сорта картофеля Ирбитский и 67,6 % у сорта Каменский. Снижение температуры выращивания до 16–18 °С способствовало увеличению образования микроклубней у сорта Ирбитский до 94,4 %, у сорта Каменский до 78,6 %. Выращивание растений в течение 15 суток в условиях искусственного освещения при температуре 23–25 °С, а затем в условиях темноты при среднесуточной температуре 20–22 °С; 16–18 °С и 12–14 °С способствовало образованию микроклубней в культуре in vitro. Наибольшее количество микроклубеньков было получено у растений сорта Ирбитский (100 %) и сорта Каменский (97,6 %), также при выращивании их при среднесуточной температуре 16–18 °С.

Ключевые слова: картофель, микроклубни, пробирочная культура, световой режим, температура.

Обоснование исследований. Картофель восприимчив ко множеству заболеваний, снижающих его урожайность и качество клубней. Фитопатогены накапливаются как в клубнях, так и в почве. Производство болезнеустойчивого картофеля зависит от постоянно обновляемого запаса безвирусного семенного материала. Для производства оздоровленного картофеля в мире используют технологию культуры ткани, позволяющей от одного исходного здорового растения *in vitro* путем черенкования получить до 30 тысяч безвирусных растений – клонов). Культура *in vitro* позволяет сократить процесс производства элиты на 2–3 года, улучшить качество семян [1].

В настоящее время все больше внимания в оригинальном семеноводстве картофеля уделяется способу получения микроклубней *in vitro* как одному из перспективных и наименее трудоемких в ускоренном размножении оздоровленного материала [2–5]. Он позволяет получить стерильный материал, исключающий возможность перезаражения [6, 7].

Использование микроклубней очень удобно при ведении коллекции пробирочных растений [8]. Посадочный материал микроклубнями сохраняется в течение года и не требует постоянных пересадок как при размножении микрорастениями *in vitro* [9]. Микроклубни можно

накапливать в межсезонье для весенней посадки. Имея маленькую массу – 0,2–0,3 г, их можно хранить в бытовом холодильнике, а затраты на транспортировку очень низкие. Микроклубни как посадочный материал имеет ряд преимуществ перед пробирочной культурой. Если пробирочную культуру высаживать непосредственно в грунт нельзя, то микроклубни дают хороший урожай семенных клубней при возделывании на торфянике (14–17 т/га), что подтверждается нашими испытаниями 2014–2015 гг. [10, 11]. Рассада, выращенная из микроклубней, более мощная по развитию и лучше приживается в условиях открытого грунта. Междурядную обработку посадок микроклубней можно проводить механизированно, пробирочная культура требует только ручного ухода.

Все вышеперечисленные положительные качества микроклубней вызывают интерес исследований по изучению индукции микроклубнеобразования в культуре *in vitro*.

Для получения микроклубней картофеля в культуре in vitro пробирочные растения следует выращивать в условиях естественного освещения при среднесуточной температуре 16–18 °С.

В условиях искусственного освещения микрорастения необходимо выращивать в течение 15 суток при температуре 23–25 °С, а затем перенести их в условия полной темноты и среднесуточной температуре 16–18 °С. Микроклубни в этом случае образовали от 97,6 % до 100 % пробирочных растений.

М. К. Кокшарова

На образование клубней картофеля оказывают влияние условия питания растений, воздушный, водный и тепловой режимы.

Способность пробирочной культуры образовывать микроклубни была замечена еще в 80-е годы прошлого столетия. Так, в 1978 году рядом исследователей: О.С. Мелик-Саркисов, В.Н. Овчинникова и др. – был разработан метод индукции клубнеобразования *in vitro* у картофеля. Они в своих работах отметили, что при вегетативном размножении мериклонов определенные изменения в условиях культивирования – температурном и световом режиме, а также углеводном составе питательных сред – приводят к образованию клубней [6].

По биологическим свойствам картофельное растение приспособлено к довольно узкому градиенту температуры. Его жизненные процессы протекают от нижнего предела положительных температур 7 °С до 20–30 °С. С повышением температуры выше 30 °С происходит торможение фотосинтеза, а с понижением ниже 7 °С нарастание вегетативной массы полностью прекращается. Температурный оптимум для развития ботвы картофеля – 21–25 °С, а для роста клубней – 16–19 °С.

Культуры тканей картофеля также хорошо растут при температуре 20–25 °С, и это, по-видимому, отражает оптимальный температурный режим для развития побегов у большинства растений. Однако при вегетативном размножении с использованием метода культуры тканей следует принимать во внимание температурные требования, характерные для данного вида растений [12, 13].

Температурный режим образования микроклубней *in vitro* растениями картофеля недостаточно изучен. Исследователи Корейского института технологии получили микроклубни при дневной температуре 20 °С и ночной 12 °С [14]. В Омском Государственном техническом университете установили, что для индукции микроклубней оптимальной является температура 19–20 °С и относительная влажность воздуха 70% [15]. По данным Г.С. Балашовой, максимальные показатели продуктивности растений *in vitro* получены при использовании температуры культивирования 16–18 °С, продолжительности фотопериода 16 часов [16].

Целью наших исследований является изучить влияние температурного режима на образование микроклубней картофеля в культуре *in vitro*.

Методика проведения опыта

Исследования проводили в течение 2014–2015 гг. в осенне-зимний период (сентябрь-декабрь). На фоне двух типов освещения (естественное и искусственное) было изучено влияние трех температурных параметров на образование микроклубней картофеля in vitro – 20–22 °С; 16–18 °С и 12–14 °С. Объектом исследования были пробирочные растения картофеля сортов Каменский и Ирбитский. Растения разрезали на черенки с тремя почками (верхушечные и прикорневые) и высаживали в равных количествах на питательную среду с минеральной основой М-Скуга и содержанием сахарозы 80 г/л.

Результаты и обсуждение

В ходе лабораторных исследований было выявлено, что на образование микроклубней

в культуре *in vitro* большое влияние оказывают условия температурного режима и освещенности. В нашем опыте для получения микроклубней пробирочную культуру картофеля выращивали при естественном освещении на специальных стеллажах, установленных возле окон. Среднесуточную температуру поддерживали на уровне 16–18 °С (вариант 1). Растения в этих условиях сформировали хорошо развитый облиственный стебель с мощной корневой системой. У 100 % пробирочных растений сорта Ирбитский и 97,8 % растений сорта Каменский были получены микроклубни (табл. 1). Средняя масса одного микроклубня сорта Ирбитский составила 235 мг, соответственно сорта Каменский – 158 мг.

В 2014–2015 гг. также была изучена возможность получения микроклубней при искусственном освещении. Растения выращивали в течение 16 часов под лампами дневного света при постоянной температуре 23–25 °С. В ночное время температуру снижали до 20–22 °С (вариант 2) и до 16–18 °С (вариант 3). При культивировании пробирочных растений в условиях искусственного освещения на протяжении всего периода опыта со снижением дневной температуры с 23–25 °С до 20–22 °С в ночное время, было установлено, что микроклубни образовали всего 58,7 % растений картофеля сорта Ирбитский и 67,6 % сорта Каменский, а снижение ночной температуры до 16–18 °С, наоборот, способствовало увеличению количества растений образовавших микроклубни до 94,4 % у сорта Ирбитский и до 78,6 % сорта Каменский (вариант 3) (табл. 1).

Получены интересные результаты по индукции клубнеобразования у растений пробирочной культуры картофеля, выращенных в течение 15 суток в условиях искусственного освещения при температуре дня – 23–25 °С и ночи 20–22 °С, а затем помещенных в условия полной темноты со снижением температуры с 22 °С до 12 °С (варианты 4, 5, 6). На первых этапах, выращивание растений в оптимальных условиях света и тепла, способствовало нарастанию вегетативной массы пробирочной культуры. Перемещение микрорастений в условия более низких температур и условия полной темноты привело к оттоку ассимилянтов и образованию микроклубней. Количество растений, образовавших микроклубни, у всех вариантов было разное и зависело от температуры. Наименьшее количество клубеньков было получено у растений, выращенных в условиях полной темноты при среднесуточной температуре 20–22 °С (вариант 4). 86,6 % растений сорта Ирбитский образовали микроклубни массой 306 мг. У сорта Каменский число растений, способных образовать микроклубни, оказалось на 25,5 % меньше и составило всего 61,1 %. Выращивание растений в условиях темноты при более низких среднесуточных температур (16–18 °С) увеличивало число растений, образовавших микроклубни: до 100 % у сорта Ирбитский и 97,6 % сорта

Таблица 1 – Влияние температурного режима на образование микроклубней картофеля сортов Ирбитский и Каменский, 2014–2015 гг.

Варианты	Температурный режим		Освещенность	Кол-во высаженных растений, шт.	Число растений образовавших микроклубни		Средняя масса 1 микрокл., кг
	день	ночь			шт.	%	
Сорт Ирбитский							
1	16–18 °С	16–18 °С	Естеств.	44	44	100	235
2	23–25 °С	20–22 °С	Искусств.	46	27	58,7	319
3	23–25 °С	16–18 °С	Искусств.	36	34	94,4	202
4	15 суток 23–25 °С	20–22 °С	Искусств.	38	33	86,6	306
5		16–18 °С	Искусств.	35	35	100	283
6		12–14 °С	Искусств.	35	33	94,3	292
Сорт Каменский							
1	16–18 °С	16–18 °С	Естеств.	46	45	97,8	158
2	23–25 °С	20–22 °С	Искусств.	43	29	67,6	222
3	23–25 °С	16–18 °С	Искусств.	42	33	78,6	264
4	15 суток 23–25 °С	20–22 °С	Искусств.	44	27	61,1	182
5		16–18 °С	Искусств.	46	45	97,6	327
6		12–14 °С	Искусств.	48	37	77,1	324

Каменский. Средняя масса клубеньков была сравнительно высокой – от 283 мг до 327 мг.

Дальнейшее снижение среднесуточной температуры в условиях темноты до 12–14 °С (вариант 6) сократило, по сравнению с предыдущим вариантом, количество растений с клубеньками у сорта Каменский на 20,5 % и составило 77,1 %, а у растений сорта Ирбитский наблюдалось незначительное снижение, всего на 5,8 %.

Выводы

Для получения микроклубней картофеля в культуре *in vitro* пробирочные растения следует выращивать в условиях естественного освещения при среднесуточной температуре 16–18 °С. Интенсивность клубнеобразования при этих условиях составила 100 % у растений сорта Ирбитский и 97,8 % у растений сорта Каменский.

В условиях искусственного освещения микрорастения необходимо выращивать в течение 15 суток при температуре 23–25 °С, а затем перенести их в условия полной темноты и среднесуточной температуре 16–18 °С. Микроклубни в этом случае образовали от 97,6 % до 100 % пробирочных растений.

Список литературы

1. Будаков С. А., Щегорец О. В. Микроразмножение картофеля на Сахалине // Картофель и овощи. 2014. № 2. С. 25–27.

2. Анисимов Б. В., Чагунов В. С. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля // Картофель и овощи. 2014. № 6. С. 25.

3. Tiem R. An in vitro potato cultivar collection: microtuberization and storage of microtuber // Plant Genetic Resources Newsletter. 1992. № 88–89. P. 17–19.

4. Zamora A., Paet C. Tissueculture: in vitro maintenance and production of microtubers // Potato seed systems in transition: proceedings of the SAPPRAD Seed Systems Wookshop / SAPPRAD. Philippines, 1992, Aug. P. 134–148.

5. Яковлева Г. А., Коновалова Г. И. О размножении картофеля микро- и мини-клубнями // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. 1999. № 3. С. 48–51.

6. Мелик-Саркизов Д. С., Овчинникова В. Н., Ульянов Р. П. Получение безвирусного посадочного материала картофеля микроклубнями индуцированными в культуре *in vitro* : метод. рекомендации. М., 1983.

7. Токбергенова Ж. А. Индуктор ускоренного получения микроклубней картофеля *in vitro* // Картофель и овощи. 2010. № 3. С. 23–24.

8. Трускинов Э. В., Оглуздин Н. С. Поддержание коллекционных образцов в культуре *in vitro* // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1982. Вып. 2. С. 73–78.

9. Трусиков Э. В. Клубнеобразование в культуре тканей картофеля как фактор его размножения и длительного хранения // Бюл. ВИР. 1980. Вып. 105. С. 77–79.

10. Кокшарова М. К., Лепп Ф. Р. Основные элементы технологии возделывания микроклубней на торфяных почвах Среднего Урала // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве. Киров, 2016. С. 223–227.

11. Кокшарова М. К. Микроклубни как посадочный материал // Картофель и овощи. 2016. № 3.

12. Овчиникова В. Н., Мелик-Саркисов О. С., Фадеева И. Н. Индукция клубнеобразования картофеля *in vitro* пониженными температурами // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 7.

13. Дерябин А. Н., Юрьева Н. О. Экзогенная регуляция клубнеобразования у Solanum tuberosum L. в культуре *in vitro* // Сельскохозяйственная биотехнология. 2010. № 3. С. 16–56.

14. Способ массового получения микроклубней картофеля. Изобретение / Хиюн Ионг [и др.]. Корея, 1990.

15. Артюхова С. И., Киргизова И. В. Биотехнологический способ размножения оздоровленного картофеля Западной Сибири микроклубнями в условиях *in vitro* // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 12. С. 107.

16. Балашова Г. С. Влияние температуры, фотопериода и концентрации микросолей в питательной среде на продуктивность картофеля в культуре in *vitro* // Молодой ученый. 2015. № 14. С. 675–678.

Мария Константиновна Кокшарова, канд. с.-х. наук, заведующая лабораторией семеноводства картофеля, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: mkoksharova1954@mail.ru.

* * *

УДК 633.854.54(470.51/.54)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ КУЛЬТУРЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

А. П. Колотов, О. В. Синякова, Н. А. Кипрушкина

Рассматриваются вопросы возделывания новой для Свердловской области культуры льна масличного. Целью исследования являлось изучить основные элементы технологии выращивания льна масличного для условий Среднего Урала (подбор сортов, сроки посева, нормы высева, глубина заделки семян, сроки уборки). Основной метод исследований – метод полевого опыта с дисперсионным анализом экспериментальных данных. Выращенные семена анализировались по общепринятым методам на содержание основных питательных веществ, в первую очередь масла и сырого протеина. Приведены результаты экспериментов, проведенных на темно-серой лесной почве Среднего Урала в 2010–2015 гг. За годы испытаний хорошие результаты отмечены для сортов Северный, ЛМ 98 и новых селекционных линий, созданных в Институте льна. Установлено, что благоприятные по погодным условиям годы можно получать более 2,5 т/га маслосемян льна. Выявлено, что в Свердловской области формируются полноценные семена, с высокими посевными качествами, даже в годы с недостатком тепла и избыточным количеством осадков в период вегетации. Для получения высоких урожаев льна масличного необходимо использовать испытанные в местных условиях сорта, которые следует высевать в первой декаде мая, с нормой высева 8–9 млн всхожих семян на 1 га и уборку проводить раздельным способом в фазе начала желтой спелости. Содержание масла в семенах льна, выращенного в условиях Среднего Урала, находится на уровне 41–46 % и в большей степени зависит от возделываемого сорта, чем от условий года.

Ключевые слова: лен масличный, сорт, сроки сева, норма высева, глубина посева, урожайность, биохимический состав.

Лен масличный относится к широко распространенным сельскохозяйственным культурам мирового земледелия. По данным ФАО ООН, в 2009 году эту культуру выращивали 50 стран на общей площади свыше 2 миллионов гектаров, средняя урожайность составляла 1,01 т/га. В последние годы наблюдается постоянный рост площадей и валовых сборов семян, в том числе и в РФ [1].

Масличный лен – культура многоцелевого назначения (масло, льноволокно, кормовые жмыхи и шроты), которая используется человеком с древних времен. Лен неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокие урожаи маслосемян, отличается сравнительно высокой стабильностью продуктивности, не требует для возделывания специальных сельхозмашин. В семенах льна содержится 46–50 % и более масла, которое превосходит другие масла по потребительским свойствам. Этим объясняется его использование в виде технического сырья для ряда отраслей промышленности: лакокрасочной, мыловаренной, кожевенно-обувной и др. [2, 3].

В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием полиненасыщенных

жирных кислот [4, 5]. Семена льна благодаря уникальности своего биохимического состава обладают оздоравливающим действием на организм человека и способны предупреждать возникновение целого ряда заболеваний и даже излечивать их [6–10].

На Урале до начала XX века лен-долгунец выращивался на небольших площадях и перерабатывался кустарным способом во многих крестьянских хозяйствах, однако позднее по ряду причин он постепенно исчез из ассортимента возделываемых полевых культур. О выращивании льна масличного в Свердловской области никаких литературных или устных сведений не найдено [11].

Поисковые опыты по изучению культуры льна масличного в условиях Свердловской области начались в 2010 году, тогда же, в крайне засушливых условиях вегетационного периода была получена урожайность семян более 2 т/га. Хорошие результаты были получены и в 2011 году. Установлено также, что возделывание льна масличного может быть высоко рентабельно [12].

Агроклиматические и почвенные условия Среднего Урала вполне соответствуют биологическим особенностям льна масличного [13]. Продолжительность вегетационного периода в Свердловской области составляет 155–162 дня, за это время выпадает 230–270 мм осадков. Период активной вегетации (десятиградусный) составляет 105–120 дней с суммой положительных температур 1600–1810 °С [15].

Для условий Среднего Урала оптимальными являются самые ранние сроки посева льна масличного, так как при поздних сроках посева удлиняется период вегетации, семена не достигают полной спелости, снижается такой показатель, как масса 1000 семян, а в конечном итоге снижается урожайность и качество семенного материала льна.

А. П. Колотов, О. В. Синякова, Н. А. Кипрушкина

Цель исследований

Конечной целью исследований является пополнение ассортимента возделываемых полевых культур Свердловской области льном масличным, который прежде в области не выращивался. Для этого необходимо изучить основные элементы агротехнологии льна масличного: подобрать лучшие сорта для условий Среднего Урала, установить оптимальные сроки посева, нормы высева, глубину заделки семян, сроки уборки.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований были сорта и новые селекционные линии льна масличного. Основным методом исследований был метод полевого опыта с дисперсионным анализом экспериментальных данных. Полевые опыты проведены на опытном участке ФГБНУ «Уральский НИИСХ», который расположен на типичных для региона серых лесных тяжелосуглинистых почвах. Растительные и почвенные образцы анализировались в аналитической лаборатории института по общепринятым методикам. Агрометеорологические условия за последние годы проведения исследований приведены в экспериментальной части.

Результаты исследований

Основой получения высоких и устойчивых урожаев льна масличного является правильно подобранный сорт. В коллекционном питомнике ФГБНУ «Уральский НИИСХ» было испытано более 35 сортов и номеров льна различного географического происхождения, выделенные лучшие сорта, а также новые селекционные линии Всероссийского института льна (г. Торжок) были включены в дальнейшее испытание в 2012–2015 гг. (табл. 1).

Селекционная линия 3850 в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» испытывается четыре года и по комплексу показателей она имеет ряд преимуществ перед другими сортами, в том числе сортом Северный, который принят в опытах в качестве стандарта. Это послужило основанием передать данный сортообразец совместно с ФГБНУ ВНИИ льна в Государственное испытание с 2015 года под названием Уральский.

Изучаемые сортообразцы льна масличного в среднем за годы испытания формировались преимущественно как одностебельные растения с числом коробочек на уровне 10–11 шт., в каждой коробочке находилось от 5,6 до 7,0 нормально развитых семян. Высокая урожайность семян в большей степени определялась числом коробочек на одном растении, числом семян в коробочке и массой 1000 семян. В более разреженных посевах лен масличный формировал большее количество коробочек и семян в расчете на одно растение, и это компенсировало снижение урожайности из-за пониженной густоты посева.

Для зоны Среднего Урала изучены важнейшие элементы технологии – сроки посева и нормы высева льна масличного.

При посеве позднее первой декады мая наблюдается достоверное снижение урожайности семян, а при посеве в конце мая (срок посева 29 мая) семена льна масличного в местных условиях не вызревают (табл. 2).

Для условий Среднего Урала оптимальными являются самые ранние сроки посева льна масличного, так как при поздних сроках посева удлиняется период вегетации, семена не достигают полной спелости, снижается такой показатель, как масса 1000 семян, а в конечном итоге снижается урожайность и качество семенного материала льна.

Для льна масличного выявлена закономерность увеличения урожайности семян при повышении нормы высева до определенного уровня. У сорта ЛМ 98 существенное увеличение урожайности отмечено при повышении нормы высева с 6 млн до 9 млн всхожих семян на 1 га. Дальнейшее увеличение нормы высева до 10 млн не способствовало повышению урожайности, т.е. оптимальной нормой высева для

Таблица 1 – Метеорологические условия и урожайность льна масличного в Свердловской области (ФГБНУ «Уральский НИИСХ»)

Показатель, сорт	Среднее многолетнее	Годы исследований			
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Период с температурой > 10 °С					
Продолжительность периода, дней	124	127	115	120	129
Сумма положительных температур, °С	1763	2214	1906	1695	2487
Среднесуточная температура, °С	14,2	17,4	16,6	14,1	19,3
Сумма осадков, мм	276	212	241	361	446
Гидротермический коэффициент	1,64	0,96	1,26	2,11	1.79
Продолжительность вегетационного периода сортов льна, суток					
Северный	96	87	83	108	107
ЛМ 98	106	96	93	120	114
С.л. 3846	98	87	86	110	108
С.л. 3893	98	89	86	110	107
С.л. 3813	95	89	80	106	105
С.л. 3850	97	89	86	107	107
Урожайность семян сортов льна, т/га					
Северный	1,93	1,61	1,79	2,12	2,20
ЛМ 98	1,74	0,88	1,68	2,21	2,18
С.л. 3846	1,75	1,47	1,61	1,87	2,05
С.л. 3893	1,87	1,40	1,78	2,18	2,11
С.л. 3813	1,76	1,48	1,70	1,98	1,89
С.л. 3850	1,98	1,72	1,60	2,33	2,25
$НСР_{05}$	–	0,10	0,10	0,12	0,13

Таблица 2 – Продуктивность и структура урожая льна масличного ЛМ 98 при различных сроках посева, 2011 г.

Срок посева	В расчете на 1 растение			Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г
	количество стеблей, шт.	количество коробочек, шт.	количество семян, шт.		
1 мая	1,2	10,6	78	2,58	6,34
8 мая	1,1	11,1	85	3,25	6,25
15 мая	1,1	9,1	76	2,55	6,30
22 мая	1,0	11,9	84	1,92	5,83
29 мая	1,0	12,7	102	*	*
$НСР_{05}$ 0,10 т/га					

*Примечание: при посеве 29 мая семена не вызрели.

сорта ЛМ 98 можно считать 9 млн всхожих семян на 1 га (табл. 3).

Установлено, что при оптимальной густоте посева формируются одностебельные и очень редко – 2-стебельные растения с числом коробочек на уровне 9–12 шт. При увеличении нормы высева подтверждается закономерность снижения количества продуктивных стеблей в расчете на одно растение льна масличного. Уменьшается также количество коробочек (на 2,2–5,1 шт.) и семян (на 26–36 шт.). При всех нормах высева относительно стабильным остается показатель массы 1000 семян. У сорта ЛМ 98 он был на уровне 6,21–6,34 г, а у сорта Северный – 9,32–9,80 г.

Максимальная урожайность сорта Северный (2,86 т/га) получена при норме высева 8 млн всхожих семян на 1 га, и на этом уровне она оставалась при увеличении нормы высева до 9 и 10 млн.

Оптимальной нормой высева льна масличного в Свердловской области следует считать 8–9 млн всхожих семян на 1 га. Дальнейшее повышение нормы высева не сопровождается ростом урожайности.

Величина оптимальной глубины заделки семян зависит от температуры, увлажненности и типа почвы, особенно ее гранулометрического состава и степени оструктуренности, поскольку при прорастании лен выносит семядоли на поверхность почвы. Во влажную почву семена льна следует высевать на глубину 2–3 см. При размещении посевов на легких по гранулометрическому составу или с высоким содержанием органического вещества незаплывающих почвах, семена льна допустимо высевать на глубину до 4 см, особенно при пересыхании верхнего слоя почвы. Для получения хороших, дружных всходов, после посева поле необходимо прикатать. Заделка семян льна на глубину 5 см во все годы проведения исследований приводила к изреженным всходам, отставанию в развитии растений и более чем в два раза снижала урожайность семян.

Ценность льняного семени определяется его уникальным химическим составом. По биологической ценности льняное масло стоит на первом месте среди всех растительных масел. В семенах современных сортов масличного льна содержание жира может достигать 50–54% [2, 3].

В связи с этим интересно сравнить, насколько биохимический состав полученных на Среднем Урале семян льна масличного соответствует приводимым в научной литературе данным.

Установлено, что семена различных сортов льна отличались по содержанию основных химических веществ. В условиях 2011 года наибольшее содержание масла (48,4%) обнаружено у сорта Коралл, а наименьшей масличностью обладали семена сорта Воронежский 1308 и семена льна-долгунца Псковский 359. В то же время эти сорта отличались повышенным содержанием сырого протеина. Сорт Легур характеризовался самым высоким содержанием сырой клетчатки. В семенах сорта Псковский 359 найдено более высокое содержание золы, фосфора и калия. По содержанию кальция все сорта были примерно на одном уровне.

В семенах урожая 2012 года наибольшее содержание сырого жира оказалось у сорта Се-

Таблица 3 – Продуктивность и структура урожая льна масличного при различных нормах высева, 2011 г.

Сорт (фактор А)	Норма высева, млн шт./м^2 (фактор В)	В расчете на 1 растение			Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г
		количество стеблей, шт.	количество коробочек, шт.	количество семян, шт.		
ЛМ 98	6	1,9	20,1	186	1,97	6,32
	7	1,7	19,6	184	2,32	6,30
	8	1,7	18,9	162	2,49	6,34
	9	1,5	17,8	147	2,77	6,21
	10	1,3	17,9	150	2,68	6,28
Северный	6	1,5	16,9	124	2,54	9,67
	7	1,3	15,5	108	2,73	9,80
	8	1,3	12,0	112	2,86	9,83
	9	1,2	11,8	104	2,80	9,32
	10	1,2	11,8	98	2,80	9,71
$НСР_{05}$ для фактора А – 0,16; для фактора В – 0,26; $НСР_{05}$ для сравнения частных средних – 0,37 т/га						

верный (44,9 %). У других сортов и линий этот показатель установлен в пределах 40,6–44,6 % (табл. 4).

Содержание сырого протеина было на уровне 24,4–29,2 %, причем выделился сорт льна-долгунца ТОСТ. Содержание сырой клетчатки находилось в пределах от 9,61 % (с.л. 3893) до 12,0 % (Северный и ЛМ 98). У остальных сортов и линий колебалось в пределах 9,8–11,4 %. Практически на одном уровне было содержание в семенах золы (2,73–3,82 %), а также кальция (0,18–0,23 %) и фосфора (0,38–0,58 %).

В 2012 и 2014 году определили жирнокислотный состав масла в семенах урожая 2011 и 2013 года в лаборатории Всероссийского института масличных культур и Чешской компании Agritec (табл. 5).

По масличности все сортообразцы, за исключением селекционной линии 3893 были на одном уровне – 44,4–46,5 %. Сорт ЛМ 98 с желтой окраской семян характеризовался низким содержанием линоленовой кислоты – всего 2,71 %. Более высокое содержание олеиновой кислоты обнаружено в семенах селекционной линии 3893. Содержание остальных жирных кислот в изучаемых образцах было примерно на одном уровне.

Выводы и рекомендации

Полученные результаты позволяют считать культуру льна масличного перспективной для возделывания в почвенно-климатических условиях Среднего Урала. При соблюдении основных элементов технологии возделывания он способен формировать практически в любой по метеоусловиям год высокую урожайность семян (1,9–2,0 т/га), сопоставимую с величиной урожайности, получаемой в традиционных районах возделывания льна масличного.

Для получения высоких урожаев льна масличного необходимо использовать испытанные в местных условиях сорта, которые следует высевать с нормой высева 9 млн всхожих семян на 1 га, на глубину 2–3 см, в возможно ранние сроки,

Таблица 4 – Химический состав семян льна, % от сухого вещества, 2013 г.

Сорт или образец, срок уборки	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор
ТОСТ	38,2	29,2	9,8	3,82	0,23	0,58
Северный	44,9	25,8	12,0	2,73	0,21	0,38
ЛМ 98	42,2	27,5	12,0	2,76	0,23	0,44
С. л. 3846	40,8	27,9	10,5	3,08	0,22	0,57
С. л. 3893	40,6	28,0	9,61	2,84	0,22	0,38
С. л. 3813	44,6	24,4	11,4	2,87	0,18	0,45
С. л. 3850	44,5	25,8	10,8	2,86	0,19	0,43

Таблица 5 – Содержание масла в семенах различных сортов льна масличного и его жирнокислотный состав

Показатель	2012 г.*		2014 г.**	
	Северный	ЛМ 98	С.л.3850	С.л.3893
Содержание масла, %	45,1	44,4	46,46	41,35
Состав жирных кислот: миристиновая	0,03	0,03	–	–
пальмитиновая	4,54	5,21	5,6	5,7
пальмитолеиновая	0,04	0,05	–	–
стеариновая	4,18	3,66	2,0	1,9
олеиновая	18,12	16,17	21,8	24,2
линолевая	15,83	71,78	16,8	15,1
линоленовая	56,91	2,71	53,8	53,1
арахиновая	0,13	0,10	–	–
эйкозеновая	0,12	0,15	–	–
бегеновая	0,11	0,14	–	–
Йодное число, г I_2/100 г	182,3	138,1	–	–
Кислотное число, мг КОН	0,35	0,28	–	–

Примечание: *) анализ лаборатории биохимии ВНИИМК (г. Краснодар);
**) анализ лаборатории компании Agritec (Чехия).

в первой декаде мая и уборку проводить раздельным способом в фазе начала желтой спелости.

Лен масличный в условиях Среднего Урала способен формировать полноценные маслосемена, однако содержание жира в них может быть на 3–5% меньше по сравнению с семенами, полученными в более южных регионах. Содержание масла в семенах льна, выращенного в условиях Среднего Урала, находится на уровне 41–46% и в значительной степени определяется генотипом сорта и меньше зависит от условий года.

Поскольку лен масличный является нетрадиционной для Свердловской области культурой, необходимо проведение дальнейших научных исследований по экологическому испытанию сортов льна масличного, по определению его места в севообороте и выбору лучших предшественников, уточнению сроков посева, норм высева, разработке системы защитных мероприятий от сорной растительности, уточнению сроков и способов уборки, а также очистки, хранения и использования выращенной продукции.

Список литературы

1. Лукомец В. М., Кочегура А. В., Рябенко Л. Г. Современное состояние производства и научного обеспечения льна масличного // Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека : матер. междунар. науч.-практ. семинара (г. Торжок, 26–28 сент. 2011 г.). Тверь : Твер. гос.ун-т, 2012. С. 33–43.

2. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф. М. Галкин [и др.]. Краснодар, 2008. 191 с.

3. Живетин В. В., Гинзбург Л. Н. Масличный лен. М., 2000. 94 с.

4. Holman R. T. Omega 3 deficiencies in humans // Proc. of the 55th Flax Inst. of the U.S. 1994. P. 4–11.

5. Zimmerman D. Flax, Linseed oil and Human Nutrion // 52nd Ann. Flax Inst. of the U.S. 1988. P. 30–36.

6. Thompson L. U., Robb P., Serraino M., Cheun F. Mammalian lignan production from various foods // Nutr. Cancer. 1991. Vol. 16. P. 43–51.

7. Пономарева М. Л., Краснова Д. А. Селекционно-генетические аспекты изучения льна масличного в условиях Республики Татарстан. Казань : Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010. 144 с.

8. Зеленцов С. В., Мошненко Е. В. Количественная и качественная оценка слизей семян масличных сортов льна L. Usitatissimum L. // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. ВНИИМК. 2012. № 2(151–152). С. 95–102.

9. Поляков А. В., Загоскина Н. В. Лен как источник пищевого белка и незаменимых аминокислот // Клиническая фитотерапия и фитохитодезтерапия, биологически активные пищевые добавки (БАД) / Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т биол. пром-ти. Черноголовка, 2009. С. 128–132.

10. Стеблинин А. Н., Козлов В. П. Продовольственное значение семян льна // Аграрная наука. 2001. Вып. 12. С. 10–12.

11. Колотов А. П. Расширение ареала возделывания льна масличного в Уральском федеральном округе // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. 2012. Вып. 1(150). С. 96–99.

12. Колотов А. П., Гусева Л. В., Синякова О. В. Экономическая эффективность возделывания льна масличного на Среднем Урале // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 135–140.

13. Колотов А. П., Синякова О. В. Реализация генетического потенциала семенной продуктивности льна масличного в условиях Среднего Урала // АПК России. 2015. № 72/1. С. 92–96.

14. Агроклиматические ресурсы Свердловской области. Л. : Гидрометеоиздат, 1978. 158 с.

15. Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения // Уральский НИИСХ. Екатеринбург, 2010. 338 с.

Колотов Анатолий Петрович, канд. с.-х. наук, заместитель директора по научной работе, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: ankolotov@yandex.ru.

Синякова Ольга Валерьевна, аспирант, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: olenka50488@mail.ru.

Кипрушкина Нина Александровна, научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: ankolotov@yandex.ru.

* * *

УДК 633.16:631.52(470.51/.54)

СЕЛЕКЦИЯ ЯЧМЕНЯ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Р. А. Максимов

Целью исследования является создание адаптированных к местным условиям сортов ячменя кормового назначения, обладающих высокой и стабильной урожайностью и высокими кормовыми достоинствами. Исследования проводились в 1963–2015 гг. в стационарном опыте Красноуфимского селекционного центра. Предшественник – чистый пар. За годы исследований наблюдалась сильная вариабельность климатических условий периода вегетации от всходов до созревания (среднесуточная температура воздуха – 13,5…18,0 °С, сумма температур более 10 °С – 1200…1800 °С, осадки – 90…350 мм, запасы влаги в метровом слое почвы – 65…200 мм, ГТК – 0,70…2,45). Селекционным путем получены новые сорта и генетические источники хозяйственно-ценных признаков ячменя (продуктивность, устойчивость к недостатку влаги в фазу кущения – выход в трубку, устойчивость к полеганию, иммунитет к местным расам пыльной головни, скороспелость, крупность зерна). Выделенные, а также полученные селекционным путем новые генетические источники хозяйственно-ценных признаков ячменя рекомендуются для вовлечения в селекционный процесс с целью создания селекционного материала ячменя в условиях Среднего Урала. В период исследования была осуществлена гибридизация в объемах от 50 до 120 комбинаций ежегодно, что позволило создать 15 сортов ярового кормового ячменя, 9 из которых включены в государственный реестр селекционных достижений, в том числе: Красноуфимский 95 (1973 г.), Голозерный 1 (1978 г.), Ильмен (1982 г.), Торос (1987 г.), Вереск (1994 г.), Сонет (2000 г.), Бином (2006 г.), Багрец (2011 г.), Памяти Чепелева (2016 г.). Ареал распространенности сортов, созданных на Среднем Урале в различные годы, варьировал от 70 тыс. до 1 млн га.

Ключевые слова: коллекция, гибридизация, ячмень, селекция, урожайность, скороспелость.

Селекционная работа по ячменю в Красноуфимском селекционном центре ведется с 1938 г. Период 1938-1950 гг. характеризуется началом работ по селекции ячменя, в это время основным методом работы являлся массовый и индивидуальный отбор, а в качестве исходного материала служили местные сорта ячменя. В период с 1951-го по 1961 годы под руководством Н. В. Баженова в селекцию вводится метод гибридизации, в качестве исходного материала выступали лучшие отечественные и европейские сорта. В это время был создан один из лучших сортов Уральской селекции Красноуфимский 95, площадь посева которого в РСФСР в отдельные годы приближалась к 1 млн га. С 1962-го по 1975 гг. под руководством А. Н. Никифорова создан первый голозерный сорт ячменя Голозерный 1, а также сорта Ильмень и Торос. В период с 1976-го по 2005 годы под руководством В. П. Чепелева созданы интенсивные, высокоотзывчивые на повышенный агротехнический фон сорта: Вереск, Сонет, Горец, Бином, Багрец и Калита. На современном этапе развития селекционной работы на Среднем Урале создан сорт ярового ячменя Памяти Чепелева, характеризующийся более высокой продуктивностью (более 5,00 т/га) [1, 2].

Важным аспектом селекционной работы является подбор родительских пар, который основывается на изучении мировой коллекции ВИР. Этому вопросу селекционеры уделяют особое внимание, применяя различные методы оценки коллекционного материала, с целью отбора наиболее адаптированных к местным условиям, обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам [3–7].

С целью интенсификации гибридизации многие учреждения в последние годы применяют метод гибридизации на срезанных растениях, с последующим доращиванием гибридов на искусственном питательном растворе сахарозы и лимонной кислоты с добавлением хлорамина. Благодаря этому на Среднем Урале в последние годы удалось значительно интенсифицировать селекционный процесс, при этом процент удачи получения гибридных семян возрос на 8–20%. Данный метод был разработан в Московской академии им. Тимирязева [8].

Для эффективного отбора элитных растений на начальных стадиях селекции в Красноуфимском селекционном центре была исследована взаимосвязь индекса (отношение массы 1000 зерен к количеству зерен в колосе) с показателем общей адаптивной способности (А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева, 1985 г.), а также с экологической пластичностью и стабильностью (по S.A. Ebehart, W.A. and Russel). В результате выявлены математические связи, позволяющие вести отбор на экологическую пластичность и стабильность по индексу (отношение массы 1000 зерен к количеству зерен в колосе) на стадии получения элитных растений из гибридов второго и последующих поколений [9–11].

На современном этапе развития селекции создан сорт ячменя Памяти Чепелева, обладающий высокой адаптивной способностью и пластичностью в условиях Волго-Вятского региона. Сорт рекомендован для возделывания в Республике Удмуртия, в Пермском крае и Свердловской области.

Р. А. Максимов

В вопросе селекции на устойчивость к патогену пыльной головни на Среднем Урале был изучен расовый состав, при этом выявлено, что на местных сортах наиболее распространена 14 раса Ustilago nuda (пыльная головня), при этом выяснено, что она наиболее вредоносна, чем 1, 2, 3, 4, 5 и 9, на основании изучения мировой коллекции ВИР отобраны иммунные сортообразцы и вовлечены в селекционный процесс [12].

Материалы и методы

Исследования проводились в 2005–2014 гг. в стационарном опыте Красноуфимского селекционного центра. Предшественник – чистый пар. Площадь делянок – 17 м^2. Опыты закладывались на темно-серой лесной почве стационарного севооборота (pH сол. 5.7…7,0, гидролитическая кислотность 4,13…5,19 мг – экв./100 г почвы), содержание гумуса (6,7…8,3%), легкогидролизуемый азот (86…160 мг/кг), объемный калий (136…185 мг/100 г), содержание фосфора (290…410 мг/кг).

За годы исследований наблюдалась сильная вариабельность климатических условий периода вегетации от всходов до созревания (среднесуточная температура воздуха – 13,5…18,0 °С, сумма температур более 10 °С – 1200…1800 °С, осадки – 90…350 мм, запасы влаги в метровом слое почвы – 65…200 мм, ГТК – 0,70…2,45).

На всех этапах селекционного процесса создавался оптимальный агротехнический фон. Оценку сортов на заключительном этапе проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [13]. Для оценки селекционного материала ячменя на устойчивость к болезням использовались следующие методы: инокуляция на устойчивость к пыльной головне проведена шприц-методом, темно-бурой пятнистости листьев – метод ВАСХНИЛ; корневым гнилям – по методике ВИЗРа [14–16]. Математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову [17]. Содержание белка в зерне определялось в аналитической лаборатории ФГБНУ Уральский НИИСХ.

В качестве исходного материала для селекции использовались ячмени из мировой коллекции Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Вавилова.

Результаты исследований

Последовательный рост урожайности определялся сортосменой. Период 1963–1972 гг. характеризовался средней урожайностью 4,17 т/га (табл. 1), стандарт – Винер, появление сорта Красноуфимский 95 обеспечило прибавку 0,75 т/га. Красноуфимский 95 получен от скрещивания сортов Майя и Винер. Разновидность нутанс. Средняя масса 1000 зерен 42–48 г. Среднеустойчив к полеганию, во влажные годы

полегание значительное. Среднеспелый, созревает за 64–82 суток. Поражаемость гельминтоспориозом и пыльной головней выше средней. Урожайность в среднем составляет 1,9–4,5 т/га, потенциал сорта – 5,89 т/га. Включен в список наиболее ценных сортов по крупяным качествам. Был районирован в Калужской, Свердловской, Курганской, Амурской, Новосибирской, Челябинской, Кемеровской областях и Удмуртии.

Период 1973–1979 гг. характеризовался средней урожайностью 4,85 т/га. Наиболее ценным по продуктивности в это время был сорт Луч, при средней урожайности 5,41 т/га, превысил стандарт Красноуфимский 95 на 0,81 т/га. Луч выведен в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северо-Востока индивидуальным отбором из образца ВИР №18816 (Дания). Разновидность нутанс. Средняя масса 1000 зерен – 43–45 г. Сорт среднепоздний созревает за 102–116 суток. Устойчивость к полеганию выше среднего значения. В отдельные годы сильно поражается пыльной головней. Урожайность изменяется от 3,90 до 5,95 т/га. Потенциал сорта – 7,22 т/га. Сорт был районирован в Пензенской, Пермской, Рязанской, Кировской областях, Хабаровском крае.

Дальнейший период (1980–1987) характеризуется появлением интенсивного сорта Торос. Сорт выведен в Уральском НИИСХ. В силу значительных снижений урожайности в отдельные годы из-за неблагоприятных условий вегетации средняя урожайность ставила 4,67 т/га. Сорт Торос получен от скрещивания сортов Карлсберг 2 и Аккреманс МГЦ. Разновидность нутанс. Среднеранний, вегетационный период составляет 64–93 дня. Масса 1000 зерен 47–53 г. Обладает высокой полевой устойчивостью к пыльной головне. Потенциал сорта – 7,5 т/га. Включен по Волго-Вятскому региону с 1987 года.

С 1988-го по 2001 годы испытывались сорта Вереск и Сонет, средняя урожайность за эти годы составила 5,21 и 5,01 т/га соответственно, что на 0,70 и 0,50 т/га соответственно выше, чем у стандарта Торос. Сорт Вереск гибридного происхождения: ВВ6403 (Швеция) × Мазурка (Нидерланды), создан в Уральском НИИСХ. Разновидность нутанс. Основное направление использования – для производства пива, фуража, крупы. Среднеранний, вегетационный период, от всходов до восковой спелости, составляет 60–80 суток. Потенциал урожайности – 7,5 т/га. Для растений характерна высокая экологическая пластичность, устойчивость к засухе и полеганию. Зерно крупное, масса 1000 зерен 45–52 г. Содержание белка в зерне 12,3–14,2%, характеризуется высокой экстрактивностью (77–80%) и стабильной и высокой энергией прорастания. Включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 1993 г. по Волго-Вятскому региону.

Таблица 1 – Динамика изменения урожайности сортов ярового ячменя в конкурсном сортоиспытании (Красноуфимский селекционный центр ФГБНУ УралНИИСХ)

Годы испытания	Сорт	Урожайность, т/га	
		по сортам	в среднем за период
1963–1972	Винер	3,75	4,17
	Карлсберг 2	4,30	
	Красноуфимский 95	4,50	
1973–1979	Красноуфимский 95	4,60	4,85
	Варде	3,97	
	Луч	5,41	
1980–1987	Красноуфимский 95	4,37	4,67
	Луч	4,45	
	Торос	5,2	
1988–2001	Торос	4,51	4,91
	Сонет	5,01	
	Вереск	5,21	
2001–2011	Сонет	5,02	5,10
	Вереск	5,16	
	Багрец	5,11	
2011–2015	Ача	4,75	4,98
	Сонет	4,77	
	Памяти Чепелева	5,43	

Сорт Сонет также создан в Уральском НИИСХ. Гибридного происхождения: Роланд (Швеция) х Марион (Франция). Разновидность нутанс. Основное направление использования – сырье для производства фуража, крупы, пива. Среднеспелый. Вегетационный период, от всходов до восковой спелости составляет 68–85 суток. Сорт интенсивного типа, не уступающий лучшим сортам Западной Европы по устойчивости к полеганию, превышающий их по урожайности зерна. Потенциал урожайности на среднем Урале 7,5–8,5 т/га, в средней полосе России – до 10 т/га. Колос крупный, с большим количеством зерен, зерно крупное, масса 1000 зерен 53–66 г. Содержание протеина в зерне 12–13,5%. Экстрактивность 77–78%. Толерантен к листовым заболеваниям и корневым гнилям. Требователен к наличию в почве влаги и элементов питания. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2000 г. по Северо-Западному, Центральному и Волго-Вятскому регионам.

Период с 2001-го по 2013 гг. характеризовался средней урожайностью 5,10, в это время перспективным считался сорт Багрец, при средней за годы испытания урожайности 5,11 т/га, превышает стандарт Сонет на 0,09 т/га. Создан в Уральском НИИСХ. Сорт гибридного происхождения: Сонет (Россия) х Роланд (Швеция). Разновидность нутанс. По вегетационному периоду относится к сортам среднеспелого типа, вегетационный период 65–85 суток. Сорт интенсивного типа, обладает высоким потенциалом урожайности (на среднем Урале до 9,0 т/га). В полевых условиях более устойчив к темно-бурой пятнистости листьев и корневым гнилям в сравнении с сортами Ача, Вереск, Эколог. Однако восприимчивость к пыльной головне выше средней. Крупнозерный, масса 1000 зерен 52–60 г. Зерно выравненное. Содержание белка в зерне 8,1–11,9%. Экстрактивность 77–78%. Относится к сортам пищевого и кормового использования. Багрец отличается высокой отзывчивостью на повышенный агротехнический фон. Включен с 2010 г. в государственный реестр селекционных достижений по Волго-Вятскому региону.

На современном этапе развития селекционной работы (2011–2015 гг.) успешно прошел государственное сортоиспытание испытание сорт Памяти Чепелева. Сорт создан в Красноуфимском селекционном центре. Гибридного происхождения, получен от скрещивания сортов Омский 95 (Россия) × 3232н ((Сонет (Россия) × Нур (Россия)) × Сонет (Россия)).

По данным конкурсного испытания (2011–2015 гг.) сорт сформировал урожайность 5,43 т/га и значительно превысил в среднем за 5 лет испытаний стандартные сорта Ача и Сонет, соответственно на 0,66 и 0,68 т/га (12–13%). Созревает за 71–81 дней, на 5 дней позже среднеспелого сорта Ача, и на уровне среднеспелого сорта Сонет, по группе спелости относится к среднеспелым. Более засухоустойчивый, в условиях недостатка влаги в 2012 г. дал прибавку по урожайности по сравнению с Ачей – 0,56 т/га (13%), по сравнению с Сонетом – 0,86 т/га (22%). При недостатке влаги в период формирования налива и созревания зерна в 2013г. прибавка по урожайности по сравнению с Ачей – 0,79 т/га (23%), по сравнению с Сонетом – 0,90 т/га (28%). В благоприятный по влагообеспеченности 2011 г. урожайность по новому сорту составила 7,07 т/га, у Ачи и Сонета, соответственно 6,19 и 6,83 т/га, прибавка 0,88 (14%) и 0,24 т/га (4%) соответственно. В условиях избыточного увлажнения (2014 г.) в основные фазы развития ячменя урожайность составила 6,33 т/га, у Ачи и Сонета, соответственно 5,77 и 6,05 т/га, прибавка 0,56 т/га (10%) и 0,28 т/га (5%). Таким образом, сорт ячменя Памяти Чепелева обладает высокой адаптивной способностью в условиях Среднего Урала и пластичностью. По массе 1000 зерен (46,7 г) уступает сорту Сонет (58,2 г), и равен Аче (46,8 г). По устойчивости к полеганию в благоприятные по влагообеспеченности годы и при уровне урожайности 6,50–8,00 т/га уступает стандартам. Более устойчив к местным расам пыльной головни, поражение пыльной головней на инфекционном фоне составляет 55%, у Ачи и Сонета соответственно 73 и 86%. По содержанию белка в зерне (12,1%) равен Аче и превосходит Сонет (11,5%) (табл. 2).

По результатам Государственного испытания новый сорт имел превышение по урожайности практически во всех филиалах государственной комиссий по сортоиспытанию Волго-Вятского региона. Наилучшие результаты отмечены в Кировской области, здесь при урожайности сорта 5,19 т/га, превышение над стандартом Нур составило 0,66 т/га (15%). В целом, по Волго-Вятскому региону урожайность составила 4,41 т/га, что на 0,48 т/га (12%) выше, чем у стандартов (табл. 3).

Выводы и рекомендации

1. Развитие селекционной работы на Среднем Урале позволило проводить сортосмену,

Таблица 2 – Сравнительная характеристика нового сорта ячменя Памяти Чепелева (2011–2015 гг.)

Анализируемые признаки и свойства	Сорта		
	Ача	Сонет	Памяти Чепелева
Урожайность, т/га	4,75	4,77	5,43
Прибавка по урожайности, т/га	0,68	0,66	–
Прибавка по урожайности, %	13	12	–
Вегетационный период, дней	70	75	75
Масса 1000 зерен, г	46,8	58,2	46,7
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	5,0	4,7
Поражение пыльной головней (инфекционный фон), %	73	86	55
Поражение корневыми гнилями (инфекционный фон), %	12	18	16
Содержание белка в зерне, %	12,1	11,5	12,1

Таблица 3 – Результаты государственного испытания нового сорта ячменя Памяти Чепелева по Волго-Вятскому региону (среднее за 2014–2015 гг.)

Место испытания	Стандарт	Урожайность, т/га		
		Памяти Чепелева	Стандарт	± к стандарту
Кировская обл.	Нур	5,19	4,53	0,66 (15%)
Чувашская Республика	Эльф	4,21	3,32	0,39 (12%)
Республика Марий Эл	Родник Прикамья	3,25	2,87	0,38 (13%)
Удмуртская Республика	Раушан	4,10	3,60	0,50 (14%)
Нижегородская обл.	Нур	4,27	4,09	0,18 (4%)
Свердловская обл.	Ача	5,19	4,72	0,47 (10%)
Пермский край	Гонар	4,70	4,37	0,33 (8%)
Среднее по региону		4,41	3,93	0,48 (12%)

результатом которой стало последовательное увеличение урожайности зерна кормового ячменя. Всего было создано и включено в Государственный реестр селекционных достижений 8 сортов кормового ячменя со средней урожайностью от 4,17 до 5,10 т/га.

2. На современном этапе развития селекции создан сорт ячменя Памяти Чепелева, обладающий высокой адаптивной способностью и пластичностью в условиях Волго-Вятского региона. Сорт рекомендован для возделывания в Республике Удмуртия, в Пермском крае и Свердловской области.

Список литературы

1. Максимов Р. А. Современные проблемы адаптивной селекции ячменя на Среднем Урале // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной селекции : матер. межд. науч. конф., посв. 55-летию Уральского НИИ сельского хозяйства. 2011. С. 58–61.

2. Максимов Р. А. История селекции ячменя на Среднем Урале // Нива Урала. 2013. № 3–4. С. 8–9.

3. Ерошенко Л. М., Левакова О. В. Селекционная оценка и изучение исходного материала для селекции ярового ячменя в Нечерноземной зоне РФ // Вестник РГАТУ им. П. А. Костычева. 2014. № 1(21). С. 30–36.

4. Максимов Р. А. Эффективные источники селекционных признаков и расширение генофонда исходного материала для создания новых сортов ячменя для условий Среднего Урала // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения : матер. коорд. совещ. ФАНО, Деп. АПК Тюм. обл. ФГБНУ «НИИСХ Сев. Заур.». 2015. С. 75–79.

5. Максимов Р. А. Изучение сортообразцов ячменя мировой коллекции ВИР в условиях Среднего Урала // АПК России. 2015. Т. 74. С. 141–144.

6. Vazhenina O. E., Kozachenko M. R., Vasko N. I., Naumov A. G. Environmental sustainability of productivity elements of spring barley varieties and efficiency of breeding on the bases of hybridization // Вестн. Сумского нац. агр. универ. 2013. № 11. С. 3–6.

7. Батакова О. Б. Перспективные образцы ячменя для селекции в условиях Европейского

севера России // Кормопроизводство. 2014. № 8. С. 34–36.

8. Коновалов Ю. Б., Рудиков И. А. Методические рекомендации по использованию метода гибридизации пшеницы и ячменя на срезанных побегах. М., 1987. 14 с.

9. Максимов Р. А., Киселев Ю. А., Толмачева Л. М. Множественный регрессионный анализ в селекции ячменя // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : мат. межд. науч.-практич. конф. Киров : НИИСХ Сев.-Вост, 2015. С. 145–149.

10. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода // Генетика. 1985. Т. 21. № 9. С. 1481–1490.

11. Eberhart S. A. and Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Grop Sci., 1996. V. 6. № 1. P. 36–40.

12. Максимов Р. А., Толмачева Л. М., Киселев Ю. А. Определение расового состава пыльной головни ячменя на Среднем Урале // АПК России. 2015. Т. 72. С. 99–102.

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.

14. Кривченко В. И. Устойчивость зерновых колосовых к возбудителям головневых болезней. Л., 1993. С. 15.

15. Методические указания по устойчивости зерновых культур к корневым гнилям. Л., 1978.

16. Оценка сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням в Сибири. Новосибирск, 1964.

17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 350 с.

Максимов Роман Александрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции ячменя, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

E-mail: Roman_MRA77@mail.ru.

* * *

УДК 631.526.32:633.31/.37:631.527

СОРТА МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ СЕЛЕКЦИИ УРАЛЬСКОГО НИИСХ

А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, А. А. Зырянцева

Приведена характеристика сортов клевера лугового и люцерны изменчивой по морфологическим, биологическим, экологическим и хозяйственным признакам, методы получения сортов и годы включения их в Государственный реестр с указанием регионов допуска. Селекционная работа по многолетним травам ведется с привлечением исходного материала различного эколого-географического происхождения, по оценке по основным хозяйственно-ценным признакам и оценке лучших номеров в селекционных питомниках и конкурсном испытании. Помимо создания самофертильных линий люцерны осуществляется селекционная работа с использованием систематического отбора по признаку семенной продуктивности из наиболее ценных гибридных популяций. По клеверу луговому, наряду с традиционными направлениями – повышением урожайности и качества корма, устойчивости к болезням, идет развитие адаптивной селекции, что открывает возможность получения стабильных урожаев в разные по погодным условиям годы. С использованием систематического отбора по признаку семенной продуктивности из наиболее ценных гибридных популяций созданы сорта люцерны изменчивой Сарга и Уралочка. Урожайность семян Сарги на сортоучастках РФ составила 0,23–0,46 т/га. Максимальная урожайность семян 1,04 т/га получена на Сарапульском сортоучастке Республики Удмуртия. Сорт Уралочка имеет урожайность зеленой массы 45,4 т/га, сухого вещества 10,2 т/га, семян – 0,27 т/га. Максимальная урожайность составляет 57,0; 12,8; 0,65 т/га соответственно. Сорт Виктория обеспечивает высокие показатели по урожайности зеленой массы (37,5–48,1 т/га), сбору сухого вещества (7,69–10,76 т/га) и урожайности семян (0,20–0,84 т/га). Сорта клевера, созданные в Уральском НИИСХ, отличаются высокой зимостойкостью и семенной продуктивностью. Использование сортов многолетних бобовых трав Уральского НИИСХ позволяет создать в сельскохозяйственных предприятиях полный цикл зеленого конвейера для обеспечения животноводства полноценными кормами.

Ключевые слова: люцерна, клевер, селекция, сорт, гибрид, семена.

В ФГБНУ «Уральский НИИСХ» селекция многолетних бобовых трав ведется с 1972 г. Ранее, с 1934 года, данные исследования проводились на Красноуфимской селекционной станции. За данный период создано 14 сортов многолетних трав: клевер луговой одноукосный **Красноуфимский 882** (1947 г.) – Д. М. Савченюк; клевер гибридный **Красноуфимский 4** (1972 г.) – Д. М. Савченюк; люцерна изменчивая **Красноуфимская 6** (1976 г.) – Д. М. Савченюк; клевер луговой **Уральский двуукосный** (1993 г.) – Г. К. Хромова, Е. В. Войтехова; клевер луговой двуукосный **Дракон** (1997 г.) – А. Е. Нагибин, Е. В. Войтехова, Н. А. Ушакова; клевер луговой одноукосный **Орион** (2000 г.) – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, Н. А. Ушакова, Е. В. Войтехова, Г. Н. Лыгалова; клевер луговой одноукосный **Орфей** (2000 г.) – А. Е. Нагибин, М. И. Тумасова, Е. В. Войтехова и др., тимофеевка луговая **Тавда** (2002 г.) – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин; клевер луговой одноукосный **Оникс** (2004 г.) – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, Н. А. Ушакова; клевер луговой двуукосный **Диксон** (2004 г.) – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин; люцерна изменчивая **Сарга** (1992 г.) – А. Е. Нагибин, Е. В. Войтехова, Л. П. Коростелева, В. Н. Бирюкова; люцерна изменчивая **Уралочка** (2003 г.) – А. Е. Нагибин,

М. А. Тормозин, В. П. Захаров, Г. Н. Лыгалова, Н. А. Ушакова.

С 2016 г. включены в Государственный реестр селекционных достижений клевер луговой двуукосный **Добряк** – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, Г. Н. Лыгалова; люцерна изменчивая **Виктория** – А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, Г. Н. Лыгалова, А. А. Зырянцева.

Обоснование проведения исследований

Районированные ранее (до 1992 г.) на Урале сорта люцерны Северная гибридная 69 и Красноуфимская 6, обладающие высокой зимостойкостью и формирующие за два укоса урожайность зеленой массы 45,0–50,0 т/га, имели существенный недостаток, невозможность организации первичного семеноводства в условиях Свердловской области из-за их низкой семенной продуктивности.

Для селекции на повышенную семенную продуктивность культуры в районах с неблагоприятными условиями для перекрестного опыления, вероятно, представляют интерес формы люцерны, склонные к самоопылению [4].

По клеверу луговому, наряду с традиционными направлениями – повышением урожайности и качества корма, устойчивости к болезням рекомендовано необходимо развитие адаптивной селекции, что открывает возможность получения стабильных урожаев в разные по погодным условиям годы.

Материалы, методы и условия проведения исследований

Селекционная работа по многолетним травам ведется методом создания сортов-синтетиков с привлечением исходного материала различного эколого-географического происхождения с использованием поликросс-теста, оценки поликроссных потомств на комбинационную способность по основным хозяйственно-ценным признакам и оценки лучших номеров в селекционных питомниках и конкурсном испытании.

В селекционном процессе многолетних трав на раннем этапе применяли рассадный метод выращивания растений. Для этого семена клевера и люцерны высевали в ящики и выращивали рассаду в теплице, затем – на открытой площадке. В фазу пяти-семи листьев рассаду высаживали по схеме 60×30 см. Площадь делянки в коллекционных питомниках 2–5 м^2, повторность – двух-трехкратная. В селекционных питомниках площадь делянки – 5, конкурсном испытании – 10 м^2, повторность четырехкратная, при оценке селекционного материала как на кормовую, так и на семенную продуктивность.

Результаты исследований

В целях выявления исходного материала для селекции с более высокой семенной продуктивностью, чем Северная гибридная 69 и Красноуфимская 6, для изучения было привлечено 570 образцов люцерны посевной и изменчивой. Даже при низком уровне урожайности семян сорта Красноуфимская 6 (4–6 г с 1 м^2) из 570 сортов было выделено всего 5 номеров с более высокой, чем у стандарта, семенной продуктивностью. Оценка вновь созданных гибридов (1–2, 118–1, 118–2, 1–3) на карбонатной почве Красноуфимской селекционной станции в 1983 г. показала, что по завязываемости бобов, числу семян на один боб, числу и массе семян с одного растения они достоверно превышают стандартный сорт люцерны Красноуфимская 6, что свидетельствует о перспективности селекции люцерны на повышение семенной продуктивности. Известно, что положительное влияние на плодобразование люцерны возможно только в случае совмещения в одной форме признаков высокой самосовместимости и автотриппинга. Поэтому возникла необходимость изучения реакции сортов и гибридов люцерны на самоопыление и создание высокофертильных инбредных линий. В качестве исходного материала использовали растения 22 сортов и гибридов люцерны, в том числе новые зарубежные сорта – Ellerslaie 1 (Канада), Vela (Дания), АИ-РХ (Венгрия), характеризующиеся повышенной урожайностью семян [1].

Растения изучаемых популяций значительно различались между собой по способности завязывать бобы при искусственном триппинге цветков. Уровень самофертильности при этом изменялся от 0 до 88 %.

Исследования показали, что в популяции ранее районированного сорта Красноуфимская 6 содержится до 77 % самостерильных растений, 13 % – частично самостерильных (класс самофертильности 0,1–10 %), 10 % – частично самофертильных (класс 10,1–40 %). Сорт Ellerslaie 1, по нашим данным, имеет 12–23 % самостерильных, 27–47 % – частично самостерильных (класс самофертильности 0,1–10 %), 20–56 % – частично самофертильных (класс 10,1–40 %), 5–10 % – самофертильных (класс 40,1–80 %) растений. Растений с самофертильностью от 80,1 до 100 % нами не выявлено [3]. Близкие по самофертильности показатели при

искусственном триппинге цветков с сортом Ellerslaie 1 имеет сорт Vela, причем последний обладает удовлетворительной зимостойкостью и урожайностью зеленой массы. Из всего набора изучаемых нами популяций люцерны наибольшее количество самофертильных растений выявлено у сортов Ellerslaie 1 и Vela.

Для определения семенной продуктивности растений в естественных условиях был проведен учет фертильности при свободном опылении, при этом наиболее высокой фертильностью отличались сорта: Ellerslaie 1 (Канада), Sverre (Швеция), Area (Франция), 118–2, 1–3 (Уральский НИИСХ), Vertus, Alfa II и Mega (Швеция), Vela (Дания) [2], низкой – ранее районированный сорт Красноуфимская 6, а также ряд зарубежных и отечественных сортов.

Используя выделенные ранее биотипы люцерны с повышенной самофертильностью, Уральский НИИСХ получил более 120 гибридов, превышающих по урожайности семян сорт ***Красноуфимская 6***.

В полевых условиях в 1987 г. по комплексу признаков оценено 7200 растений – наиболее ценных гибридных комбинаций. Отобрано 160 биотипов с урожайностью семян от 4 до 66 г с одного растения. Эти растения были пересажены с поля в вегетационные сосуды и выращивались в зимний период на СУВРах для оценки по признаку самофертильности в условиях изоляции. Самофертильными из 160 оказалось только 17 растений. Следует отметить, что завязываемость бобов у стандартного сорта люцерны Красноуфимская 6 в поле не превышала 19%, а при выращивании на СУВРах плодообразования отмечено не было.

Наибольшей трудностью в создании самофертильных линий люцерны для условий Свердловской области остается выделение растений, способных к автотриппингу при температуре 20–24 °С. Поскольку окончательную оценку и отбор родоначальных растений по данному признаку приобретают только после полевой оценки, из 17 выделенных на СУВРах самофертильных биотипов методом черенкования получено 17 600 растений, высаженных гнездовым способом в мае 1988 г. в селекционном питомнике.

Наряду с созданием самофертильных линий люцерны осуществляется селекционная работа с использованием систематического отбора по признаку семенной продуктивности из наиболее ценных гибридных популяций. Результатом этой работы явилось создание сорта Сарга (118–2) и Уралочка (189–91к).

Люцерна изменчивая Сарга. Характеризуется хорошим отрастанием весной и после укосов. По сравнению с ранее возделываемым сортом Красноуфимская 6 созревает на 8 дней раньше. Имеет высокий сбор сухого вещества как в условиях богары (6,5–9,0 т/га), так и при орошении (10,5–14,2 т/га). Урожайность семян на сортоучастках РФ составила 0,23–0,46 т/га. Максимальная урожайность семян 1,04 т/га получена на Сарапульском сортоучастке Республики Удмуртия. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 3 и 4 регионам РФ. Патент № 0943 от 03.04.2001 г. Следует отметить, что по данным Государственного сортоиспытания люцерна Сарга по семенной продуктивности превышает лучший и средний стандарт от 150 до 270 кг/га. В настоящее время люцерна Сарга возделывается в 12-ти областях и республиках РФ.

Люцерна изменчивая Уралочка. Сорт выведен методом создания сложно-гибридных популяций на основе 17 самофертильных линий, хорошо отрастает весной и после укосов. От начала отрастания до первого укоса 50–58 дней, до созревания семян – 94–104 дня. Урожайность зеленой массы – 45,4 т/га, сухого вещества 10,2 т/га, семян – 0,27 т/га. Максимальная урожайность 57,0; 12,8; 0,65 т/га соответственно. Содержание протеина 17,9 – 21,6%, клетчатки – 22,0 – 27,5%. Для семенных целей высевать беспокровно, широкорядным способом (70 см) с нормой высева 1,5–2,0 млн семян на 1 га. На высоком агрофоне семенной травостой полегает, особенно при избыточном увлажнении. Включен в Госреестр селекционных достижений с 2003 г. и допущен к использованию по 3, 4, 9 и 11 регионам РФ. Патент № 1112 от 17.09.2001 г.

Используя выделенные ранее биотипы люцерны с повышенной самофертильностью, Уральский НИИСХ получил более 120 гибридов, превышающих по урожайности семян сорт Красноуфимская 6.

А. Е. Нагибин, М. А. Тормозин, А. А. Зырянцева

С 2013 года сорта люцерны изменчивой ***Сарга*** и ***Уралочка*** проходят Государственное сортоиспытание в Республике Беларусь.

На основе гибридной популяции 20-89Н создан ***сорт люцерны Виктория*****,** который выведен методом создания сложногибридных

популяций на основе биотипов, полученных многократным отбором по семенной продуктивности от 17-ти самофертильных линий.

Высота растения весной средняя, тип куста полупрямостоячий, длина и ширина центрального листочка средняя, время начала цветения среднее, цветки: частота растений с очень темными сине-фиолетовыми цветками – средняя, со смешанными цветками – отсутствует, с кремовыми, белыми или желтыми цветками – отсутствует или очень низкая.

Основное достоинство – стабильная и высокая семенная продуктивность, наивысшая по Свердловской области 0,4–0,65 т/га. При дефиците опылителей обеспечивает до 0,2 т/га. По сравнению с возделываемым сортом Сарга созревает одновременно или на 2–3 дня позднее. Обеспечивает высокие показатели по урожайности зеленой массе (37,5–48,1 т/га), сбору сухого вещества (7,69–10,76 т/га) и урожайности семян (0,20–0,84 т/га). Содержание сырого протеина 18,80–21,98%, сырой клетчатки – 21,95–28,5%. По урожайности зеленой массы превышает стандарт Сарга на 17,0%, сбору сухого вещества на – 19% и урожайности семян – на 23%. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений с 2016 года по трем регионам: Волго-Вятский (4), Уральский (9) и Западно-Сибирский (10).

Результаты оценки кормовой и семенной продуктивности в производственных условиях представлены в таблице 1, из которой видно, что сорт Виктория превышает стандарт по урожайности зеленой массы на 17,0%, сбору абсолютно сухого вещества – на 16,3% и семенной продуктивности – на 19,8% [4, 5].

Продолжаются исследования по внутрипопуляционному отбору на морозостойкость у перспективных образцов клевера лугового. Следует отметить, что многие перспективные образцы были созданы с использованием на первоначальном этапе метода промораживании проростков и отбора на искусственном коротком дне [3].

Для кормовых трав использование гетерозиса в настоящее время лучше всего реализуется при создании синтетических сортов. Этот метод генетически обоснован и показал свою эффективность. Возделывание синтетиков предполагает длительное использование гибридов в ряде последующих поколений путем пересева и свободного опыления. Для создания синтетических сортов важна оценка исходного материала по его комбинационной способности, т.е. способности давать при скрещивании высокопродуктивное потомство.

Среди тестеров наиболее высокое значение ОКС по числу генеративных побегов, сухой массе и семян имел образец Д-9Т. Районированный сорт Красноуфимский 882 по интенсивности весеннего отрастания, высоте растений перед укосом и массе семян отличался низкой ОКС, а по кустистости и урожайности сухой массы – высокой.

Высокую и среднюю ОКС по всем изучаемым признакам имел средне-поздний образец ДС-1. Остальные образцы высокой ОКС отличались только по отдельным хозяйственно-ценным признакам: по числу побегов – Сиворицкий 416, Шерагульский; по высоте растений – Марино, Хибинский 1, Шерагульский; по сухой массе – Сиворицкий 416, Пермский местный, Марино, Пума, Хибинский 1; по массе семян – Котласский, Йыгева 205, Веливяй, ВИК 7, Пума, ТОС 146, Лиепсна.

Выделенные формы, обладающие высокой ОКС, включены в селекционный процесс для создания синтетических сортов клевера лугового.

Следует отметить комбинации с высокой урожайностью сухой массы и семян. С участием сортов Сиворицкий 416 и Пермский местный создан высокоурожайный номер одноукосного клевера 8-81Н, а с участием Йыгева 205 и Веливяй – номер 82-85Н. С использованием раннеспелых образцов Марино и Пума создан сорт Уральский двуукосный.

Сорта, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию

Таблица 1 – Производственное испытание сортов люцерны изменчивой (посев 2011 г., учет 2012 г.)

Показатель	Виктория			Сарга – (st.)			Отклонение от стандарта	
	1-й укос	2-й укос	сумма	1-й укос	2-й укос	сумма	т/га	%
Урожайность зеленой массы, т/га	19,2	13,1	32,3	16,4	11,2	27,6	+ 4,7	**17,0**
Сбор сухого вещества, т/га	4,30	3,12	7,42	3,74	2,64	6,38	+ 1,04	**16,3**
Урожайность семян, кг/га			388			324	+ 64	**19,8**

Клевер луговой одноукосный Красноуфимский 882. Выведен массовым отбором из местного Пермского клевера. Высота растений 82–86 см. На второй год зацветает на 62–69 день от отрастания. Зимостойкость сравнительно высокая. Урожайность зеленой массы 20,0–30,0 т/га, сухого вещества – 5,0–6,0 т/га, семян 0,2–0,3 т/га. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 4 региону РФ.

Клевер луговой Уральский двуукосный. Получен методом поликросса на основе трех биотипов с последующим многократным отбором раннеспелых растений. От начала отрастания до первого укоса – 51–56 дней, до второго – 53–56 и до созревания семян – 92–98 дней, что меньше чем у стандарта ВИК 7 на 3–5 дней. Зимостойкость хорошая. Урожайность зеленой массы 38,0 т/га, сухого вещества – 7,5 т/га, семян – 0,23–0,50 т/га. Содержание протеина 17,7–18,6%. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 3 региону РФ.

Клевер луговой одноукосный Орион. Выведен методом создания сложногибридных популяций. Диплоидный, одноукосный. Высота растений 82–86 см. На второй год зацветает на 62–65 день, семена вызревают на 96–114 день от отрастания. Зимостойкость высокая. Устойчив к весенним заморозкам. Урожайность зеленой массы – 36,0–40,0 т/га, сухого вещества – 7,0–8,0 т/га, семян – 0,32–0,40 т/га. Включен в Госреестр селекционных достижений с 2000 г. по 2, 3, 4 и 10 регионам РФ. Патент № 0944 от 03.04.2002 года.

Клевер луговой одноукосный Орфей. Создан методом многократного отбора в пяти экологических пунктах из четырех поколений генотипической смеси перспективных сортообразцов. Созревание семян по сравнению с сортом Красноуфимский 882 наступает на 6–8 дней раньше. Зимостойкость высокая. Устойчив к весенним заморозкам. Урожайность зеленой массы 38,0–49,0 т/га, сухого вещества 7,8–9,0 т/га, семян – 0,34–0,41 т/га. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 1, 2, 4 регионам РФ. Патент № 0955 от 20.04.2001 г.

Клевер луговой одноукосный Оникс. Выведен методом создания сложногибридных популяций. От начала отрастания до перового укоса 61–70, до второго – 50 и до созревания семян – 90–110 дней. После первого укоса дает отаву. Созревание семян по сравнению с сортом Красноуфимский 882 наступает на 10–13 дней раньше. Зимостойкость высокая. Средний сбор сухого вещества 8,2–9,5 т/га. Максимальная урожайность семян в Свердловской области 0,36–0,45 т/га. Содержание протеина 17,1–19,8%, клетчатки 22,1–27,0%. Облиственность первого укоса – до 52%. Основная масса растений в популяции относится к 5–6 морфобиотипам. Среднее число междоузлий 7–8. Соцветие – шаровидная головка ярко-розового цвета. Семена – фиолетово-желтые. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 4 региону РФ. Патент № 2324 от 25.05.2004 г.

Клевер луговой двуукосный Дракон. Стабильно по годам обеспечивает семенную продуктивность 0,2–0,5 т/га, превышая стандарт ВИК 7 на 15,4%, а по сбору сухого вещества на 17,6%. Созревание семян у сорта по сравнению с ВИК 7 наступает на 8–12 дней раньше. По содержанию протеина превышает стандарт на 0,6–1,4%. Урожайность зеленой массы за два укоса 47,0-50,0 т/га, сухого вещества – 8,7–10,4 т/га. Включен в Госреестр и допущен к использованию по 4, 7, 9 регионам РФ. Патент № 0947 от 04.04.2001 года.

Клевер луговой двуукосный Диксон. Ультраранеспелый сорт. От начала отрастания до первого укоса 46–48, до второго укоса – 50–52 и до созревания семян – 84–90 дней. Созревание семян по сравнению с сортом ВИК 7 наступает на 12–16 дней раньше. Зимостойкость хорошая. Средний сбор сухого вещества 8,7 т/га. Стабильно по годам обеспечивает семенную продуктивность 0,23–0,40 т/га. Совершенно необходим хозяйствам с интенсивным животноводством для полного цикла конвейерного кормопроизводства.

С 2016 года включен в Государственный реестр селекционных достижений сорт ***клевера лугового двуукосного Добряк.*** Допущен к использованию в следующих регионах РФ: Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), Центрально-Черноземный (5). Сорт выведен для условий Среднего Урала, сочетает в себе высокий потенциал продуктивности с высокой зимостойкостью, а также устойчивостью к абиотическим факторам. Выведен методом гибридизации (Присурский, И 2025, К-618, 105-89 Н, Кретуновский). Биологические особенности. Диплоид, время цветения среднераннее, высота и толщина стебля средняя, число междоузлий – много, опушение отсутствует или очень слабое, длина и ширина листочка – среднее, частота растений с белыми метками – мало, окраска кожуры семян многоцветная, окраска соцветия – розовое. Сорт раннеспелый, от начала отрастания до первого

Таблица 2 – Производственное испытание сортов клевера лугового (посев 2011 г., учет 2012 г.)

Сорт	Урожайность					
	зеленой массы		сухого вещества		семян	
	сорт, т/га	% к st.	сорт, т/га	% к st.	сорт, кг/га	% к st.
Дракон – st.	40,36	100	8,5	100	252	100
Добряк	**44,6**	111	**9,47**	111	**287**	114

укоса 52–58 дней, от первого до второго – 51–57, до созревания семян – 112–124 дней. Созревание семян по сравнению с сортом Дракон наступает на 5–7 дней раньше. Зимостойкость высокая. Устойчив к весенним заморозкам. Устойчивость к основным болезням на уровне стандарта. Благодаря высокой зимостойкости и потенциалу продуктивности вполне конкурентоспособен в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском и Западно-Сибирском регионах России. Имеет перспективу для возделывания и в сопредельных регионах.

Основное достоинство – сочетание зимостойкости и высокого потенциала продуктивности. Урожайность зеленой массы 39,3–50,3 т/га, сухого вещества – 8,17–11,47 т/га, семян 0,2–0,35 т/га в производственном испытании. По урожайности зеленой массы Добряк превышает стандарт Дракон на 11,0%, сбору сухого вещества – на 11,0% и урожайности семян – на 14,0% (табл. 2).

Выводы

Задачей для дальнейшей селекции люцерны на Среднем Урале является создание сортов с высокой урожайностью кормовой массы и семян, с устойчивостью к абиотическим факторам среды, что позволит в дальнейшем расширить ее площади в производстве.

Благодаря многолетней работе по созданию сортов клевера лугового и люцерны изменчивой с высокой зимостойкостью и продуктивностью любое заинтересованное хозяйство, при соблюдении технологии возделывания обеспечит себя семенами, за счет разносозревающих сортов многолетних бобовых трав – клевера и люцерны сформируют полный цикл сырьевого конвейера по производству и заготовке высококачественных кормов, создаст стабильную кормовую базу.

Список литературы

1. Отбор растений люцерны с высокой плодовитостью завязей (методические указания) / сост. Л. И. Орел [и др.]. Л. : ВИР, 1985.

2. Нагибин А. Е. Морфобиологический состав популяции и зимостойкость сортообразцов клевера лугового // Труды УралНИИСХоза. 1985. Т. 43.

3. Нагибин А. Е. Создание самофертильных линий люцерны в условиях Свердловской области // Генетические методы в селекции кормовых трав (тезисы научно-методического совещания). Вильнюс, 1987. С. 25–27.

4. Нагибин А. Е., Тормозин М. А. Успехи и дальнейшие задачи селекционной работы по люцерне на Урале // Агропродовольственная политика России. 2012. № 6. С. 56–58.

5. Нагибин А. Е., Тормозин М. А., Зырянцева А. А. Селекционная работа по люцерне на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2015. № 7(137). С. 20–24.

Нагибин Александр Егорович, канд. с.-х. наук, заслуженный агроном РФ, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних бобовых трав, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: nagibin.ae@mail.ru**.**

Тормозин Максим Александрович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции и семеноводства многолетних бобовых трав, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: tormozinma@mail.ru.

Зырянцева Анна Александровна, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства многолетних бобовых трав, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail:anna.zyryantseva@mail.ru.

* * *

УДК 631.52:633.13

ЗЕРНОУКОСНЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ОВСА УРАЛЕЦ

Л. С. Николаева, В. Е. Кардашина

Представлены результаты конкурсного и государственного испытания нового сорта ярового овса Уралец, приведены хозяйственно ценные, биологические и биохимические показатели. Сорт ярового овса Уралец проходит государственное испытание с 2014 года. Сорт выведен методом индивидуального отбора из номера гибридного происхождения У-89-2/1 [(Risto x Manod S 235) x i-335 и.о. из Исетского]. По данным конкурсного испытания сорт Уралец, в среднем за годы испытаний (2011–2015 гг.) при уровне продуктивности стандартного сорта Универсал 1 4,44 т/га превысил его на 0,58 т/га (12,4 %). Сорт среднеспелый, созревает практически одновременно с сортом Универсал 1 за 64–87 дней в зависимости от погодных условий в период вегетации. В среднем за 2 года (2014–2015 гг.) новый сорт Уралец имел преимущество по зерновой продуктивности по сравнению со среднеспелым сортом Памяти Балавина, являющимся стандартом в многофакторном опыте на двух почвенных разностях с разным уровнем минерального питания. В зависимости от варианта превышение составило от 0,13 до 0,45 т/га зерна.

Ключевые слова: сорт, овес яровой, урожайность, устойчивость к болезням, сортоиспытание.

Овес – ценнейшая продовольственная и кормовая культура. Благодаря достаточно прочному стеблю, совпадению продолжительности основных фаз вегетации овес считается одним из лучших компонентов в смешанных посевах с горохом и викой яровой [7]. В последние годы в Центральном регионе Российской Федерации активно внедряются смешанные посевы овса с однолетним люпином [12].

Овес – незаменимая культура для северных зон земледелия европейской части и Сибири. Здесь из всех зерновых культур на зеленый корм, подкормку и сено выращивают лишь овес. Ни одна культура не дает урожая в 150–200 ц/га зеленой массы в лесотундровой зоне [8]. Зеленую массу овса в северных регионах мира замораживают для зимнего скармливания скоту [1].

Урожайность зеленой массы положительно коррелирует с продолжительностью фазы «всходы-выметывание» [4]. Несмотря на многообразное применение вегетативной массы для скармливания сельскохозяйственных животным, в Госреестре селекционных достижений имеется небольшое количество сортов кормового использования.

С первых лет селекционной работы с овсом в Красноуфимском селекцентре Уральского НИИСХ большое внимание уделялось созданию

сортов овса как для получения зерна, так и для укоса вегетативной массы используемой сельскохозяйственными животными в виде сочного корма, сенажа, сена и т.д. [9–11]. Селекционная работа в этом направлении продолжается.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в Красноуфимском селекционном центре на юго-западе Свердловской области в северной лесостепи Предуралья. Селекционные питомники закладывались в стационарном севообороте на темно-серой лесной почве с механическим составом от легкосуглинистой до тяжелосуглинистой. Поля севооборота различались и агрохимическими показателями: РНсол (5,7…7,0), гидролитическая кислотность (4,13…5,19 мг-экв./100 г почвы), содержание гумуса (6,7…8,3 %), легкогидролизуемый азот (86–160 мг/кг), объемный калий (136–186 мг/кг), содержание фосфора (290–410 мг/кг).

В последнее время (2000–2015 гг.) метеорологические условия складывались следующим образом: наблюдались в период от всходов до созревания среднесуточная температура воздуха – 12,7…23,4 °С, сумма температур более 10 °С – 1200…1800 °С, осадки – 95…410 мм, запасы влаги в метровом слое почвы – 65…200 мм, ГТК – 0,70…2,45.

На всех этапах селекционного процесса создавался оптимальный агротехнический фон. Оценку сортов по хозяйственно-ценным признакам на заключительном этапе в конкурсном испытании проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [5], на устойчивость к грибным болезням – по шкалам, рекомендуемым ВИРом [6], математическую обработку данных – по Б. А. Доспехову [2]. Стандартный сорт – Универсал 1, а в конкурсном испытании в агротехническом севообороте – Памяти Балавина.

В качестве исходного материала в селекции овса использовались коллекционные образцы Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова [3].

Результаты исследований

С 2014 года проходит государственное испытание сорт Уралец, выделившийся за ряд лет испытаний по зерновой продуктивности. Также новый сорт более устойчив к патогенам пыльной головни и к полеганию.

В среднем за 2011–2015 гг. конкурсного испытания урожайность зерна сорта Уралец составила 5,02 т/га, превысив стандартный сорт Универсал 1 на 0,58 т/га, сорт Памяти Балавина – на 0,49 т/га (табл. 1). Урожайность зеленой массы у сорта Уралец 38,2 т/га, что выше, чем у сорта Универсал 1 на 1,5 т/га и сорта Памяти Балавина – на 1,0 т/га. Стандартному сорту Универсал 1 сорт Уралец уступает по крупности зерна на 0,6 г, при массе 1000 зерен у стандарта 41,0 г. При использовании на кормовые цели мелкозерность данного сорта позволит уменьшить затраты на посевной материал. Пленчатость зерна составила 24,6 %, что ниже на 3,1 %, чем у стандартного сорта Универсал 1. Сорт Уралец проявил себя менее восприимчивым к патогенам пыльной головни на инфекционном фоне, степень поражения – 3,5 %.

Благодаря высокому потенциалу урожайности семян и вегетативной массы, относительной устойчивости к патогенам пыльной головни, сорт овса Уралец конкурентоспособен в Волго-Вятском, Западно-Сибирском регионах.

Л. С. Николаева, В. Е. Кардашина

Перспективные сорта овса проходят сравнительное испытание в стационарном севообороте

Таблица 1 – Характеристика сортов овса универсального использования (среднее за 2011–2015 гг.)

Показатели	Единица измерения	Сорт		
		Универсал 1, стандарт	Памяти Балавина	Уралец
Урожайность зерна	т/га	4,44	4,53	5,02
Урожайность зеленой массы	т/га	36,7	37,2	38,2
Вегетационный период	сутки	84	80	83
Масса 1000 зерен	г	41,0	45,3	40,4
Натура	г/л	467	480	480
Пленчатость	%	27,7	24,7	24,6
Поражаемость пыльной головней (инфекционный фон)	%	25,6	31,7	3,5

лаборатории сортовой агротехники, освоенной с 1970 года, со следующим чередованием сельскохозяйственных культур: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница с подсевом клевера, клевер 1 года пользования, клевер 2 года пользования, яровая пшеница, горохоовсяная смесь на зеленый корм, ячмень, овес. Стационарный севооборот заложен на двух почвенных разностях (серая лесная и темно-серая лесная) и двух фонах минерального питания (естественное плодородие без внесения удобрений и с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ действующего вещества). В течение 2014–2015 гг. в многофакторном опыте изучалась реакция сорта Уралец на внесение удобрений на различных типах почв в сравнении с среднеспелым сортом Памяти Балавина (стандарт), включенным в Госреестр селекционных достижений в 2010 году (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений увеличило продуктивность зерна овса Уралец до 3,45 т/га на темно-серой лесной почве, до 4,28 т/га на темно-серой лесной почве. Прибавка урожайности в сравнении со стандартом колебалась от 0,13 до 0,45 т/га на серой лесной почве.

В государственном испытании 2014–2015 гг. в Волго-Вятском регионе в республиках Марий Эл, Удмуртской, Чувашской и Кировской области урожайность сорта овса Уралец составила 3,55–4,70 т/га, превысив на 0,23–0,36 т/га стандартные сорта Яков и Аргамак (табл. 3). В отдельных областях (Омская, Тюменская) и Алтайском крае Западно-Сибирского региона зерновая продуктивность сорта Уралец колебалась от 2,14 т/га до 4,97 т/га превысив на 6,5–17,6% стандартные сорта. Как видно из таблицы 4, при укосе в фазу выметывания метелки при равной урожайности сухого вещества сорт Уралец в сравнении с стандартом Универсал 1 в Свердловской области и Пермском крае по урожайности зерна (4,16–4,80 т/га) превысил стандарт на 0,15–0,30 т/га. В Республике

Таблица 2 – Урожайность сорта овса Уралец в агротехническом севообороте (среднее 2014–2015 гг.)

Почва	Фон минерального питания	Памяти Балавина стандарт	Уралец	± к стандарту
Серая лесная	без удобрений	2,13	2,26	0,13
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,00	3,45	0,45
	± от внесения удобрений	0,87	1,19	
Темно-серая лесная	без удобрений	3,40	3,61	0,21
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,14	4,28	0,14
	± от внесения удобрений	0,74	0,67	

Таблица 3 – Результаты государственного испытания сорта овса Уралец 2014–2015 гг.

Область, край, республика	Название стандарта (st)	Урожайность зерна, т/га			
		st	Уралец	± к st	% к st
Тюменская	Мегион	4,55	4,97	0,42	9,2
Кировская	Аргамак	4,35	4,70	0,35	8,0
Марий Эл	Аргамак	3,25	3,55	0,30	9,2
Удмуртская	Яков	3,49	3,72	0,23	6,6
Чувашская	Аргамак	3,75	4,03	0,28	7,5
Омская	Орион	2,93	3,12	0,19	6,5
Алтайский	Корифей	1,82	2,14	0,32	17,6

Таблица 4 – Результаты государственного испытания сорта овса Уралец 2014–2015 гг.

Область, край, республика	Название стандарта (st)	Урожайность, т/га			
		зерна		сухого вещества	
		st	Уралец	st	Уралец
Свердловская	Универсал 1	4,50	4,80	4,25	4,21
Пермский	Универсал 1	4,01	4,16	3,80	3,73
Удмуртская	Льговский 82	3,16	3,71	5,10	4,94
Кировская	Аргамак	4,35	4,70	4,33	5,21
Башкортостан	Конкур	2,38	2,33	7,23	7,99

Башкортостан, при равной зерновой продуктивности, урожайность укосной массы в сухом виде сорта Уралец составила 7,99 т/га, что выше на 0,76 т/га, чем у стандартного сорта Конкур. В Кировской области сорт Уралец превысил стандартный сорт Аргамак по урожайности зерна на 0,35 т/га, по урожайности сухого вещества на 0,88 т/га. Государственное испытание будет продолжено в следующем году.

Вывод

Благодаря высокому потенциалу урожайности семян и вегетативной массы, относительной устойчивости к патогенам пыльной головни, сорт овса Уралец конкурентоспособен в Волго-Вятском, Западно-Сибирском регионах.

Список литературы

1. Баталова Г. А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров : ООО «Орма», 2013. 288 с.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 350 с.

3. Каталог мировой коллекции. Л., 1989. Вып. 492. Овес. 148 с.

4. Кротова Н. В. Исходный материал ярового овса для селекции на кормовую продуктивность : автореф. дис. … канд. с.-х.наук. Пенза, 2011. 18 с.

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 269 с.

6. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб. : ВИР, 2012. 63 с.

7. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овес. Изд. 2-е, перераб. М. : Колос, 1972. 269 с.

8. Неттевич Э. Д., Лызлов Е. В., Сергеев А. В. Зерновые фуражные культуры. 2-е изд. доп. М. : Россельхозиздат, 1980. С. 84–122.

9. Николаева Л. С. Сорта овса универсального использования // Научное наследие Т. С. Мальцева и современные проблемы земледелия России : матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 115-й годовщине со дня рожд. Т. С. Мальцева. Курган : Изд-во Курганской ГСХА, 2011. С. 187–189.

10. Николаева Л. С., Кардашина В. Е. Основные направления селекции овса на Среднем Урале // АПК России. 2015. № 72/1 С. 106–108.

11. Зерноукосные сорта овса Красноуфимской селекции / Л. С. Николаева [и др.] // Новые горизонты аграрной науки Урала : сб. науч. трудов ГНУ Уральский НИИСХ (к зональным совещаниям по проведению полевых работ в Свердловской области в 2014 году). Екатеринбург, 2014. С. 60–64.

12. Новиков М. Н., Тысленко А. М., Баринов В. Н. Продуктивность и качество овса в смешанных посевах с люпином // Труды по прикл. бот., ген. и сел. СПб. : ВИР, 2013. Т. 171. С. 277–281.

Николаева Людмила Спиридоновна, старший научный сотрудник, Красноуфимский селекционный центр, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: selektsiya@bk.ru.

Кардашина Валентина Евгеньевна, старший научный сотрудник, Красноуфимский селекционный центр, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: valya.kardashina@yandex.ru.

* * *

УДК 636.2

ЭКСТЕРЬЕР УРАЛЬСКОГО МОЛОЧНОГО СКОТА

А. В. Новиков

Целью исследований являлось установить, насколько тесно молочная продуктивность крупного рогатого скота связана с его экстерьером. Исследования проведены в ведущих племенных предприятиях Свердловской области. Черно-пестрый скот оценивался по удою, содержанию жира и белка, размерам телосложения, живой массе. По промерам статей экстерьера первотелок рассчитаны индексы и взаимосвязь размеров статей с молочной продуктивностью, живой массой животных. Биометрические расчеты проведены по общепринятым методикам. Установлено, что в выбранных для исследования хозяйствах продуктивность молочного скота составляет более 7033 кг молока, с содержанием жира 3,94 % и 3,09 % белка. В стадах большая изменчивость животных по размерам телосложения снижает эффективность проведения селекционно-племенной работы. Отбор первотелок по промерам экстерьера достоверно повышает продуктивность по удою на 177,1 кг, жирность на 0,02 % и белок на 0,03 % ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$). Увеличение количества признаков экстерьера коров, соответствующих продуктивности более 7000 кг молока, повышает живую массу на 44 кг, удой на 730 кг молока за лактацию, содержание жира – на 0,08 % и белка – на 0,09 %. Повышенной продуктивностью отличаются первотелки с косой длиной туловища более 147 см в сравнении со сверстницами на 611–650 кг молока ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$).

Ключевые слова: селекция, изменчивость, отбор, экстерьер, телосложение, молочный скот, продуктивность, живая масса.

Формы и функции организма животных, в том числе и крупного рогатого скота, взаимно дополняют друг друга. Экстерьер животных во многом определяет, насколько будет реализован потенциал его молочной или мясной продуктивности [1, 2, 3]. Соотношение размеров экстерьера позволяет определить продуктивную направленность животных. Молочный скот отличает высокий рост, глубокая грудь, длина туловища, прямой, широкий и удлиненный крестец, крепкая пясть [4].

Отбор по молочной продуктивности без оценки экстерьера ослабляет конституцию животных, сокращая продолжительность хозяйственного использования. Селекция по большому количеству признаков при малых значениях коэффициентов наследуемости статей экстерьера слабо результативна [4, 5].

Испытание животных в различных условиях производства позволяет выявить возможные наследственные различия [5–8].

Цель исследования – расчет размеров статей экстерьера для животных уральского типа с молочной продуктивностью более 7000 кг молока.

Методика исследований

Работа выполнена в ведущих племенных предприятиях: ООО «Бородулинское», Колхозе

«Урал», ООО «Мезенское», ЗАО «Агрофирма «Патруши», СХПК «Первоуральский», СПК «Колхоз имени Свердлова», СПК «Птицесовхоз «Скатинский» Свердловской области. Черно-пестрый скот оценивался по удою, содержанию жира и белка, размерам телосложения, живой массе. По промерам статей экстерьера первотелок, рассчитаны индексы, взаимосвязь размеров статей с молочной продуктивностью, живой массой животных. Биометрические расчеты проведены по программе «Microsoft Excel» с применением формул по Н. А. Плохинскому (1969).

Результаты исследований

Средние размеры статей экстерьера 1383 первотелок в племенных хозяйствах составили по высоте в холке 133,7 см, по высоте в крестце 141,2 см, глубине груди 72,4 см, ширине груди 43,4 см, косой длине туловища 147,6 см, ширине в маклаках 51,9 см, ширине в седалищных буграх 33,4 см, обхвату груди 195,5 см, обхвату пясти 19,5 см.

Первотелки крупных размеров экстерьера выявлены в ЗАО «Агрофирме «Патруши», Колхозе «Урал». Достоверное превышение размеров установлено по высоте в холке на 2,5 см, в крестце – на 1,8 см, глубине груди – на 2,2 см, косой длине туловища – на 9 см, обхвату груди – на 1,5 см ($P \leq 0,01$). У животных небольших размеров в СПК «Колхоз имени Свердлова» по высоте в холке превышение на 1,8 см, косой длине туловища – на 5,2 см, а в ООО «Мезенское» по глубине груди – на 2,3 см, ширине груди – на 2,4 см, косой длине туловища – на 2,8 см, обхвату груди – 3,5 см ($P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$) (табл. 1).

Наибольшая изменчивость статей установлена по ширине груди – 5,7–8,37, ширине в седалищных буграх – 4,60–6,43, глубине груди – 3,26–5,22, ширине в маклаках – 3,38–5,3. По остальным промерам экстерьера изменчивость составила 2,26–4,51. По сельскохозяйственным организациям высокой изменчивостью статей экстерьера отличались первотелки в лучших условиях содержания.

Таблица 1 – Промеры экстерьера первотелок в племенных стадах

Промеры, см	Сельскохозяйственные организации*							В среднем
	1	2	3	4	5	6	7	
Количество голов	180	298	212	79	122	319	173	1383
Высота в холке	134,1 ±0,29	134,4 ±0,27	133,4 ±0,29	136,6 ±0,53***	133,6 ±0,27	131,8 ±0,20***	134,8 ±0,32	133,7 ±0,12
Глубина груди	71,6 ±0,19	74,7 ±0,19**	72,0 ±0,19***	74,7 ±0,44***	71,0 ±0,27	72,0 ±0,14	72,1 ±0,20	72,4 ±0,09
Ширина груди	43,2 ±0,18	45,4 ±0,25**	41,0 ±0,23***	44,3 ±0,36**	43,5 ±0,26	44,3 ±0,16	40,9 ±0,22	43,4 ±0,10
Косая длина туловища	145,1 ±0,41**	155,9 ±0,44***	144,8 ±0,39***	156,5 ±0,70***	144,0 ±0,48	142,4 ±0,30***	147,5 ±0,41	147,6 ±0,22
Ширина в маклаках	52,1 ±0,15	51,9 ±0,12	51,2 ±0,12	52,8 ±0,22	50,9 ±0,16	51,3 ±0,14	54,3 ±0,18**	51,9 ±0,07
Обхват груди	198,2 ±0,51**	197,6 ±0,47**	192,0 ±0,42***	196,8 ±0,82***	193,1 ±0,51	195,1 ±0,35	195,0 ±0,55	195,5 ±0,20
Удой, кг	6862 ±85	7719 ±77,7***	7277 ±114***	7400 ±195***	7101 ±101,8	6114 ±83,9**	6894 ±101,8	7035 ±34,2
Жир, %	4,07 ±0,01***	3,95 ±0,01	3,82 ±0,03	4,08 ±0,03***	3,95 ±0,02	3,79 ±0,02**	4,09 ±0,03***	3,94 ±0,006
Белок, %	3,19 ±0,01***	3,10 ±0,01	3,09 ±0,01	3,24 ±0,04***	3,04 ±0,01	2,93 ±0,01	3,11 ±0,02**	3,09 ±0,004
Живая масса, кг	516 ±5,07	558 ±3,54	568 ±4,60	570 ±5,25**	540 ±6,52	588 ±5,08***	591 ±7,02***	559 ±1,66
Коэффициент молочности	1328	1383	1281	1298	1314	1040	1154	1257

Примечание:
* Сельскохозяйственные организации: 1 – ООО «Бородулинское»; 2 – Колхоз «Урал»; 3 – ООО «Мезенское»; 4 – ЗАО «А/ф «Патруши»; 5 – СХПК «Первоуральский»; 6 – СПК «Колхоз им. Свердлова»; 7 – СПК «Птицесовхоз «Скатинский».
** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Индексы телосложения коров колхоза «Урал», ООО «Мезенское», ЗАО «Агрофирма «Патруши» по длинноногости составили – 44,4–45,3, растянутости – 114,9–116, грудной – 58–59,3, сбитости – 125,5–126,7, костистости – 14,4, что позволяет отнести их к молочному направлению продуктивности.

Высокую молочную продуктивность проявили первотелки Колхоза «Урал» и ЗАО «Агрофирма «Патруши». Продуктивность оцененного поголовья составила 7035 кг молока с жирностью 3,94% и содержанием белка 3,09% за первую лактацию. Первотелки достоверно превысили показатели по удою от 365 до 684 кг молока, с жирностью 0,01–0,14%, и белка 0,01–0,11% ($P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$).

Низкая продуктивность отмечена среди животных СПК «Колхоза имени Свердлова» – 6114 кг молока, с жирностью 3,79%, белка 2,93% ($P \leq 0,01$).

Повышенное содержание жира и белка в молоке выявлено в среди первотелок ООО «Бородулинское», ЗАО «Агрофирма «Патруши», СПК «Птицесовхоз «Скатинский» 4,07–4,09% жира и 3,11–3,24% белка.

Сравнительный анализ вариационных рядов позволил установить для первотелок с продуктивностью свыше 7000 кг молока высоту в холке более 134 см, глубину груди свыше 72 см, косую длину туловища более 148 см, ширину в маклоках не менее 52 см, обхват груди более 197 см, обхват пясти 19,5 см.

А. В. Новиков

Высокий коэффициент молочности животных установлен среди коров колхоза «Урал» – 1383 кг, и СХПК «Первоуральский» – 1314.

По предприятиям взаимосвязь промеров экстерьера с удоем составила от – 0,19 до 0,37. Повышенная связь удоя выявлена с высотой в холке – 0,16 и косой длинной туловища – 0,37. Достоверная корреляция установлена между статями и содержанием жира, белка в молоке от – 0,35 до 0,45 ($P \leq 0,01$).

Нахождение границ размеров статей экстерьера первотелок соответствующих уровню продуктивности более 7000 кг молока, проводилось по вариационным рядам.

Среди подконтрольного поголовья увеличение высоты в холке от 135 до 143 см сопровождается повышением удоя с 7138 до 7521 кг молока. Изменение размеров глубины груди животных от 73 до 81 см способствует повышению удоя от 7153 до 7516 кг молока. Увеличение косой длины туловища от 150 до 165 см сопровождается повышением удоя от 7089 до 7955 кг молока. Изменение обхвата груди от 197до 211см увеличивает продуктивность от 7021 до 7417 кг молока.

Сравнительный анализа вариационных рядов позволил установить для первотелок с продуктивностью свыше 7000 кг молока высоту в холке более 134 см, глубину груди свыше 72 см, косую длину туловища более 148 см, ширину в маклках не менее 52 см, обхват груди более 197 см, обхват пясти 19,5 см. Для проверки подконтрольное поголовье в зависимости от количества соответствующих признаков разбито на группы (табл. 2).

В первую группу вошли животные, не имеющие ни одного из признаков, соответствующих удою свыше 7000 кг молока. Во вторую группу включены первотелки, имеющие один из признаков, отвечающий параметрам статей экстерьера. В третью группу включены первотелки, имеющие два признака, соответствующие уровню молочной продуктивности. В четвертую группу первотелки, с тремя статями экстерьера. В пятую группу животные с четырьмя статям. В шестую группу включены первотелки имеющие пять признаков. В седьмую группу включены животные, соответствующие удою более 7000 кг молока по всем статям телосложения (табл. 3).

Анализ показал, что при увеличении количества признаков, соответствующих уровню продуктивности в 7000 кг молока, происходит увеличение живой массы от 540 до 584 кг, удоя от 6765 до 7495 кг молока, содержания жира от 3,91 до 3,99% и белка в молоке от 3,04 до 3,13%.

Сравнение молочного скота по размерам высоты в холке и косой длине туловища свидетельствует о преимуществе вытянутых в длину животных над высокорослыми, разница в пользу которых составила от 449 до 611 кг молока.

Преимущество вытянутых в длину первотелок установлено по содержанию жира в молоке от 0,03 до 0,08% и белковомолочности от 0,05 до 0,09%. Достоверной разницы по живой массе между первотелками сравниваемых групп не установлено.

Выводы

1. Животных молочного телосложения с удоем свыше 7000 кг молока отличает высота в холке 134 см и более, высота в крестце 141 см, глубина груди 73 см, ширина груди 43 см, косая

длинна туловища 148 см, ширина в маклаках 52 см, ширина в седалищных буграх 34 см, обхват груди 195 см, обхват пясти 19 см.

2. Оценка и отбор животных по промерам экстерьера способствует повышению продуктивности. Первотелки с косой длиной туловища более 147 см превосходят сверстниц по удою с меньшей длиной туловища на 611–650 кг молока за лактацию ($P \leq 0,01$).

3. Не установлено достоверной разницы по молочной продуктивности среди первотелок, различающихся по высоте в холке 131 и 137 см, из-за отсутствия различий по живой массе в 44 кг ($P \geq 0,01$).

Таблица 2 – Группы первотелок по количеству желательных промеров

Признаки, см	Количество признаков в группе						
	нет	один	два	три	четыре	пять	все
Количество голов	203	250	266	229	205	156	44
Высота в холке	131,4 ±0,4	131,5 ±0,20	132,9 ±0,20	134,2 ±0,25	135,6 ±0,22	137,7 ±0,24	139,6 ±0,39
Глубина груди	69,0 ±0,17	70,4 ±0,14	72,0 ±0,14	73,9 ±0,15	74,0 ±0,16	75,4 ±0,50	76,3 ±0,30
Ширина груди	42,7 ±0,36	42,5 ±0,24	43,0 ±0,19	43,6 ±0,23	43,8 ±0,26	44,5 ±0,31	44,7 ±0,40
Косая длина туловища	141,2 ±0,66	143,8 ±0,35	146,7 ±0,41	148,2 ±0,46	151,0 ±0,51	152,8 ±0,17	157,6 ±0,62
Ширина в маклоках	50,1 ±0,05	50,9 ±0,11	51,4 ±0,01	52,0 ±0,14	53,0 ±0,15	53,8 ±0,17	55,3 ±0,23
Обхват груди	189,0 ±0,32	191,5 ±0,3	193,6 ±0,29	196,2 ±0,38	199,0 ±0,38	203,1 ±0,44	205,1 ±0,59
Обхват пясти	19,9 ±0,06	19,3 ±0,03	19,5 ±0,03	19,7 ±0,03	19,7 ±0,03	19,8 ±0,03	20,0 ±0,03
Удой, кг	6765 ±132	6703 ±97	6867 ±102	7080 ±114	7350 ±111	7333 ±144	7495 ±262
Жир, %	3,91 ±0,03	3,93 ±0,02	3,91 ±0,02	3,93 ±0,02	3,97 ±0,02	3,99 ±0,03	3,99 ±0,04
Белок, %	3,04 ±0,03	3,05 ±0,01	3,08 ±0,01	3,09 ±0,02	3,11 ±0,01	3,12 ±0,01	3,13 ±0,03
Живая масса, кг	540 ±6,23	547 ±4,1	558 ±4,86	566 ±5,47	565 ±5,64	568 ±8,6	584 ±8,98

Таблица 3 – Сочетаемость размеров экстерьера первотелок

Признаки, см	Размеры экстерьера			
	Высота в холке 134 см и ниже Длина туловища 146 см и менее	Высота в холке 134 см и ниже Длина туловища 147 см и более	Высота в холке 135 см и выше Длина туловища 146 см и менее	Высота в холке 135 см и выше Длина туловища 147 см и более
Количество голов	474	331	189	360
Высота в холке	130,6±0,12	131,5±0,13	137,0±0,15	137,9±0,14
Глубина груди	70,9±0,11	72,7±0,17	72,0±0,18	74,1±0,16
Ширина груди	42,9±0,15	43,4±0,20	43,2±0,27	43,8±0,18
Косая длина туловища	140,7±0,18	152,9±0,27	141,9±0,24	154,3±0,28
Ширина в маклоках	51,0±0,10	51,7±0,11	52,4±0,16	53,1±0,13
Обхват груди	192,6±0,29	194,7±0,34	196,3±0,13	199,3±0,36
Обхват пясти	19,4±0,06	19,5±0,03	19,6±0,04	19,6±0,03
Удой, кг	6610±73	7260±94**	6811±107	7422±93**
Жир, %	3,92±0,01	3,94±0,01	3,91±0,02	3,99±0,02**
Белок, %	3,03±0,01	3,11±0,01	3,06±0,01	3,14±0,01**
Живая масса, кг	555±4,08	559±4,47	551±6,53	567±4,10

Примечание: ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Список литературы

1. Потенциал весового и линейного роста телок герефордской породы разных генетических групп / В. Г. Литовченко [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 2. С. 18–20.

2. Герчиков Н. П. Скотоводство. М. : Колос, 1964. С. 14–30.

3. Экстерьерно-конституциональные показатели симментальных телок в динамике / В. Г. Литовченко [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 104–106.

4. Лэсли Дж. Ф. Генетические основы селекции сельскохозяйственных животных. М. : Колос, 1982. С. 330–349.

5. Новиков А. В., Севостьянов М. Ю. Экстерьер молочного скота в племенных хозяйствах Свердловской области // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 2. С. 41–43.

6. Бусыгина Т. М., Новиков А. В. Формы телосложения первотелок колхоза «Урал» // Рациональное использование природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве : матер. межд. науч.-практ. конф. 22–23 мая. Екатеринбург : УрГАУ, 2014. С. 50–52.

7. Новиков А. В., Зиннуров Э. А. Размеры телосложения и продуктивность первотелок ООО «Бородулинское» // Рациональное использование природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве : матер. межд. науч.-практ. конф. 22–23 мая. Екатеринбург : УрГАУ, 2014. С. 126–128.

8. Русин М. Н., Новиков А. В., Романовская А. Р. Размеры телосложения животных стада ООО «Мезенское» // Аграрный вестник Урала. 2015. № 11. С. 30–33.

Новиков Андрей Владимирович, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: uralniishoz@mail.ru.

* * *

УДК 633.853.492

РЕАКЦИЯ СУРЕПИЦЫ НА НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СРЕДНЕГО УРАЛА

А. Б. Пономарев, Л. А. Пономарева, Н. А. Кипрушкина

Влияние различных погодных условий на урожайность маслосемян сурепицы в сравнении с сортами и гибридами рапса изучалось в течение трех лет – по мере повышения влажности и снижения суммы эффективных температур – от сухого жаркого 2013 года до влажного прохладного 2015 года. В первый год разница в урожайности сурепицы и рапса была минимальной и сбор маслосемян колебался от 1,27 до 1,40 т/га. По мере понижения температур и повышения влажности преимущество сурепицы увеличивалось, и в наиболее важном прохладном 2015 году урожайность маслосемян лучших сортов сурепицы составила 3,47 т/га при 1,81 т/га у сортов рапса и 2,27 т/га у гибридов рапса. В среднем за три года максимальную урожайность среди изучаемых культур, сортов и гибридов обеспечил сорт сурепицы SC 3309 – 2,59 т/га. При перенесении срока посева с середины мая на начало июня урожайность повышалась, но одновременно увеличивался риск невызревания семян, и в наиболее влажном прохладном 2015 году потребовалась обработка десикантом. В сухом 2013 году и умеренно влажном 2014 году десикация не требовалась. При этом вызревание сурепицы происходило на 18–20 дней раньше рапса. На общую продуктивность рапса и сурепицы оказывали влияние также продолжительность увеличения светового дня и подверженность или уход от теплового стресса на ранних фазах развития растений. Изменением срока посева можно регулировать влияние абиотических факторов температуры, влажности и света на общую урожайность маслосемян.

Ключевые слова: сурепица, рапс, маслосемена, десикация, абиотические факторы, тепловой стресс, длина светового дня, диверсификация.

Одним из основных направлений научного обеспечения кормопроизводства в Уральском Федеральном округе является селекция растений «на устойчивость к абиотическим стрессам (засухе, пониженным температурам, избыточному увлажнению)» [1]. Подобной устойчивости можно добиться также и правильным подбором уже имеющихся видов и сортов кормовых культур; их интродукцией, то есть введением в культуру и освоением новых видов и форм растений.

Находясь в континентальном климате, Средний Урал характеризуется жарким летом, морозной зимой и ограниченным количеством осадков. Регион относится к зоне рискованного земледелия. На климатические условия значительное влияние оказывает гористая местность и климат иногда становится резко континентальным и весьма непредсказуемым [2].

В подобных условиях далеко не всякая с/х культура, успешно возделываемая в средней полосе России, и далеко не во всякий год способна обеспечить на Урале экономически эффективную урожайность. Это относится и к одному из относительно новых перспективных направлений – выращиванию крестоцветных культур на маслосемена (сортов и гибридов рапса, сурепицы, рыжика, крамбе и др.). Среди

них в настоящее время, прежде всего рапса и сурепицы.

Включение в схему исследований рыжика было обусловлено тем, что эта культура когда-то была весьма традиционна для Урала и Сибири. В связи с возрастанием интереса к масличным культурам, площади ее в целом по России за прошедшие 20–30 лет вновь увеличились с 1–3 тыс. га до 150 тыс. га [3]. А крамбе абиссинская считается одной из наиболее эффективных культур для выработки биодизеля. Трудно найти альтернативу теплотворной способности биотоплива, полученного из семян крамбе [4].

Цель исследований – выявление наиболее перспективных видов, сортов и гибридов крестоцветных культур, обеспечивающих экономически эффективную урожайность и минимальные риски при их при их выращивании в любой год.

В связи с этим изучалась реакция культур на различную обеспеченность основными для Урала природными абиотическими факторами – теплом и влагой. Последние три года (2013–2015 гг.) предоставили такую возможность, значительно отличаясь от предшествующих лет в сторону увеличения влагообеспеченности и снижения суммы эффективных температур. С научной точки зрения они оказались весьма информативными и «провокационными», позволившими выявить сильные и слабые стороны изучаемых культур при разной обеспеченности данными абиотическими факторами.

Сельхозтоваропроизводители почти уже привыкли, что многие предшествующие годы были засушливо-жаркими, что обычно связывается с общим потеплением климата. В 2010 году сумма эффективных температур за 15-градусный период составила 316 °С, в 2011 году 226 °С, в 2012 году 405 °С (при среднемноголетнем показателе 115 °С). В то же время сумма осадков за данный период составила соответственно 144,155 и 144 мм при среднемноголетнем показателе 161 мм. Примерно таким же относительно жарким и сухим был и 2013 год.

Последующие 2014–2015 годы оказались во многом полностью противоположными – относительно более прохладными и влажными. Происходило постепенное понижение суммы эффективных температур с увеличением влажности. Особенно влажным и прохладным был 2015 год, когда количество осадков за 15-градусный период достигло 243 мм при среднемноголетних 161 мм, а продолжительность данного периода составила только 38 дней при среднемноголетнем показателе 63 дня [АМС-Исток].

Условия и методика проведения исследований

Реакция вышеперечисленных крестоцветных культур на разнообразные погодные условия изучалась на Кольцовском опытном участке ФГБНУ «Уральский НИИСХ». За основной критерий влияния тепла и влаги была взята урожайность маслосемян.

Почва участка серая лесная тяжелосуглинистая. Посев производился сеялкой СФК6-10: в 2013 году – 19 мая, в 2014 году – 14 мая, в 2015 году – 2 июня. Обработка почвы, расчетная норма высева семян и дозы внесения удобрений – согласно общепринятым рекомендациям. Обработка средствами защиты по вегетации проводилась по мере необходимости. По причине относительно позднего посева и влажной прохладной второй половины лета в 2015 году понадобилась десикация – обработка препаратом реглон была проведена 15 сентября. Уборка во все годы проводилась прямым комбайнированием.

По степени увлажненности и сумме эффективных температур 2013 год в таблице 1 условно обозначен как жаркий и сухой, 2014 год – умеренно прохладный и влажный, а 2015 год – сильно прохладный и влажный. По скорости вызревания и срокам обмолота в годы исследований культуры были поделены на две группы и обозначены в таблице как среднеспелые (сорта и гибриды рапса) и раннеспелые (сурепица, рыжик и крамбе).

Результаты исследований

В условиях относительно сухого и жаркого **2013** года разница в урожайности маслосемян между видами, сортами и гибридами крестоцветных культур была относительно небольшой. У сурепицы в среднем урожайность была чуть выше, чем у сортов рапса, но чуть ниже, чем у гибридов. Ни один из перечисленных сортов сурепицы и рапса в жарких и сухих условиях 2013 года не достиг урожайности 2 т/га. По урожайности выделилась только крамбе абиссинская (2,19 т/га маслосемян), что можно связать с ее южным происхождением и сугубой теплолюбивостью.

В следующем относительно более прохладном и влажном **2014** году общая средняя урожайность рапса и сурепицы была значительно выше. Во всех вариантах она превысила

2 т/га. У гибрида Брандо она достигла 3,04 т/а. Урожайность сурепицы в среднем была сопоставима с сортами и гибридами рапса (разница средней урожайности находилась в пределах ошибки опыта). Вместе с тем сурепица SC 3309 при урожайности 2,92 т/га превысила большинство сортов и гибридов рапса, уступив только гибриду Брандо.

При этом с технологической точки зрения важно отметить, что вызревание сурепицы (а также рыжика и крамбе) происходило значительно быстрее. В первые два года их обмолот был проведен в конце августа – начале сентября, то есть на 18–20 дней раньше, чем у сортов и гибридов рапса. При этом влажность маслосемян сурепицы в 2013 году не превышала в среднем 13% (при важности у рапса 26%); а в 2014 году 29% (при важности у рапса 32%). В наиболее же важном и прохладном 2015 году вызревание еще больше затянулось и понадобилась десикация всех культур. Но в связи с более теплым сухим периодом во время обмолота влажность у сурепицы в 2015 году составила в среднем 15%, а влажность сортов и гибридов рапса 27%. Для сельхозтоваропроизводителей Среднего Урала более раннее вызревание сурепицы очень важно, поскольку значительно сокращает затраты на сушку-подработку и соответственно снижает себестоимость продукции. И, самое главное – позволяет производить уборки в благоприятные ранние сроки.

В связи с подобными положительными результатами в последующем схема опыта была до-

Таблица 1 – Реакция крестоцветных культур на различные погодные условия в 2013–2015 гг., т/га маслосемян

Сорта и гибриды	2013 год (жаркий и сухой)	2014 год (умеренно прохладн. и влажный)	2015 год (сильно прохладн. и влажный)	В среднем за годы исследований
	Срок посева – готовности к уборке среднеспелых культур			
	19 мая – 9 сентября	14 мая – 29 сентября	2 июня – 30 сентября (десикации)	
Сорта рапса				
Викрос	1,08	2,87	1,29	1,75
Аккорд	1,27	2,67	1,74	1,89
Старт	1,11	2,56	1,95	1,87
Луч	1,11	2,75	1,39	1,75
В среднем по сортам	1,14	2,71	1,59	1,81
Гибриды рапса				
Дилан	1,41	2,59	2,35	2,12
Заппа	1,42	2,72	2,28	2,14
Брандо	1,38	3,04	2,40	2,27
В среднем по гибридам	1,40	2,79	2,34	2,18
	Срок посева – готовности к уборке раннеспелых культур			
	19 мая – 21 августа	14 мая – 11 сентября	2 июня – 30 сентября (десикации)	
Сорта сурепицы				
Лучистая	–	–	2,68	–
Липчанка	–	–	2,09	–
В среднем по двум сортам	–	–	2,38	–
SC 3306	1,08	2,53	3,58	2,40
SC 3308	1,42	2,34	3,28	2,35
SC 3309	1,30	2,92	3,55	2,59
В среднем по трем сортам	1,27	2,60	3,47	2,45
В среднем по всем сортам			3,04	–
Рыжик				
Юбиляр	1,49	0.83	1,42	1,25
Крамбе				
Полет	2,19	1,79	2,35	2,11
$НСР_{05}$	0,11	0,20	0,37	

полнена сортами сурепицы Лучитая и Липчанка. Все изучаемые сорта являются новыми современными сортами. Липчанка включена в Госреестр селекционных достижений в 2004 году, Лучистая в 2011 году, номерные сорта СК 3306, СК 3308 и СК 3309 в 2012 году.

В этой связи уместно отметить, что неплохие результаты возделывания сурепицы на Среднем Урале были получены давно, еще в 1980-е годы. Хотя в Уральском НИИСХ в то время занимались в основном выращиванием рапса на зеленую массу (А. Л. Ершов [5]), но уже в то время были предприняты попытки возделывания рапса и сурепицы на маслосемена. В исследованиях А. В. Безгодова по подбору норм высева и сроков посева было достигнуто получение стабильных урожаев маслосемян сурепицы на уровне 1,5–2,0 т/га [6]. Но в целом большинство сортов в то время были менее продуктивными: в сследованиях К. К. Сатубалдина удавалось получить 1,99–2,41 т/га маслосемян ярового рапса, но при этом урожайность сурепицы была на 40% ниже [7]. К тому же большинство сортов того времени характеризовались повышенным содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов.

В связи с этим площади сурепицы на Урале и в целом по России в те годы были незначительными и в силу инерции остаются относительно небольшими до сих пор. Определяя место различных крестоцветных культур в структуре посевов Средней Полосы, ставка делалась, прежде всего, на сорта и гибриды рапса. Время наиболее интенсивного промышленного освоения производства маслосемян совпало с жаркими сухими годами, и это было вполне оправдано.

Общая ситуация и отношение к сурепице начали меняться во влажном и прохладно 2014 году, и особенно в еще более влажном и прохладном **2015** году. Ее перспективность была подтверждена и общим производственным опытом и научными исследованиями. В 2015 году наибольшую урожайность маслосемян обеспечили номерные сорта сурепицы СК 3306, 3308 и 3309 (в среднем 3,47 т/га). Несколько ниже была урожайность именованных сортов Лучистая и Липчанка – 2,38 т/га. Урожайность гибридов рапса при этом составили 2,40 т/га и сортов рапса 1,59 т/га при резко усилившемся риске их невызревания.

Повышенная урожайность в 2015 году номерных сортов сурепицы обусловила и максимальную общую ее урожайность в среднем за три года – 2,45 т/га (при 2,18 т/га у гибридов и 1,81 т/га у сортов рапса).

Таким образом, в жаркие сухие годы сурепица по урожайности вполне сопоставима с сортами и гибридами рапса. Основное ее преимущество в подобные годы заключается, прежде всего, в ускоренном вызревании и возможности уборки на 18–20 дней раньше сортов и гибридов рапса. Но в сухие сезоны при хорошей погоде в технологически-организационном плане особого значения это не имеет.

По мере похолодания и увеличения увлажненности общие технологические преимущества сурепицы и ее сравнительная урожайность значительно возрастают.

Маневрирование сроками посева рапса и сурепицы позволяет уходить от теплового стресса и уменьшить период возрастания светового дня. Вырисовывается следующая закономерность: если сеять раньше, урожайность будет меньше, но более гарантирована уборка в ранние сроки и более сухих семян. Если сеять позднее, урожайность может быть значительно выше, но возрастает опасность невызревания, появляется необходимость десикации посевов и т.п.

А. Б. Пономарев, Л. А. Пономарева, Н. А. Кипрушкина

В то же время, говоря о влиянии основных абиотических факторов, нельзя не отметить следующее. В силу биологических особенностей рапс и сурепица относятся к культурам длинного светового дня, весьма чувствительным к его долготе. «Возрастающая продолжительность дня (более 14 часов) ведет ускорению прохождения фенологических фаз, формированию меньшего количества вегетативной массы и, как следствие, к сокращению урожайности» [8].

Таким образом, на общее увеличение урожайности маслосемян в 2015 году мог повлиять также и более поздний срок посева – 2 июня, сокращающий период возрастания светового дня с 35–40 дней до 20 дней. (Возрастание светового дня происходит от момента посева до 22 июня, а затем – переход на убывание светового дня).

Как показывает производственная практика, при более позднем посеве формируются более мощная вегетативная масса и более выполненные стручки. Согласно практическому опыту возделывания рапса одного из передовых хозяйств Свердловской области

ООО «Старт» оптимальным сроком посева рапса на Среднем Урале считается посев 10–25 мая (И. Н. Коковин).

Таким образом, это дает возможность учета и некоторого регулирования с помощью сроков посева также и третьего основного абиотического фактора – степени освещенности. И в частности продолжительности динамики нарастания или же убывания светового дня (их соотношения).

Говоря о разных сроках посева и соответственно о влиянии перечисленных абиотических факторов, нельзя не учитывать и то, что рапс сильно подвержен тепловому стрессу на ранних фазах развития, а это весьма характерно на Среднем Урале для начала июня. Будучи происхождением из весьма прохладных горных средиземноморских условий [9], рапс и сурепица в условиях Урала тоже подтвердили свою биологическую приверженность (благоприятность фактора) более прохладным и влажным условиям. И в то же время отрицательное воздействие теплового стресса (отрицательного фактора) в сухие и жаркие годы. И особенно в начале лета.

В связи с подобной реакцией на такие регулируемые и нерегулируемые абиотические факторы, как продолжительность и динамика изменения светового дня и подверженность тепловому стрессу в начале сезона, такой элемент технологии как срок посева заслуживает отдельных исследований. Вопрос оптимального срока посева рапса и сурепицы может зависеть от планируемой урожайности, направления деятельности хозяйства и т.д.

Маневрирование сроками посева рапса и сурепицы позволяет уходить от теплового стресса и уменьшить период возрастания светового дня. Это позволяет поставить растение в более благоприятные абиотические условия и тем самым значительно повысить урожайность. Вырисовывается следующая закономерность: если сеять раньше, урожайность будет меньше, но более гарантирована уборка в ранние сроки и более сухих семян. Если сеять позднее, урожайность может быть значительно выше, но возрастает опасность невызревания, появляется необходимость десикации посевов и т.п.

Выводы

1. Диверсификация культур, а также учет соотношения и планирование-управление некоторыми регулируемыми абиотическими факторами (например, сроком посева и, соответственно, динамикой поступления света) позволяет планировать урожайность и делать ее в системе сырьевого конвейера более устойчивой.

2. В отношении рыжика и крамбе в годы исследований тоже наметились некоторые закономерности их реакции на абиотических факторы. Но для каких-либо предварительных выводов трех лет исследований недостаточно. Особенно для крамбе абиссинской, которая на Среднем Урале культура новая, находящаяся на начальной стадии интродукции и освоения (количество сортов в Госреестре не более трех).

3. Весьма разнообразные по температуре и влажности годы еще раз подтвердили неустойчивость уральского климата и отнесение региона к зоне рискованного земледелия.

Список литературы

1. Зезин Н. Н., Мальцев Н. В. Научное обеспечение кормопроизводства в Уральском Федеральном округе // Кормопроизводство. 2016. № 2. С. 3–6.

2. Климатическое районирование России. Электронный ресурс. URL : https://yandex.ru/images/search?text=континентальный%20климат%20карта (дата обращения 20.04.2016.).

3. Основы технологии возделывания рыжика посевного / А. А. Смирнов [и др.] // Практические рекомендации. Пенза : Пензенский НИИСХ, 2013. С. 4.

4. Смирнов А. А., Долженко Д. О., Кабунин А. А. Расширение спектра возделываемых культур – надежный путь повышения эффективности производства масличного сырья. Пенза : ГНУ Пензенский НИИСХ, 2013. С. 6.

5. Ершов А. Л. Продуктивность рапса и мятликовых культур в одновидовых посевах и травосмесях в условиях Среднего Урала : автореф. … канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1995. 20 с.

6. Безгодов А. В. Подбор сортов, норм высева и сроков сева ярового рапса и сурепицы для возделывания на семена в условиях Среднего Урала : автореф. … канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1995. 20 с.

7. Сатубалдин К. К. Технология возделывания рапса и сурепицы в условиях Среднего Урала : дис. … д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2004. 374 с. С. 361–372. Режим доступа : http://www.dissercat.com/content/tekhnologiya-vozdelyvaniya-rapsa-i-surepitsy-v-usloviyakh-srednego-urala#ixzz2IzTJTtsR (дата обращения 10.03.2013).

8. Яровой рапс от Rapool 2016. М. : Rapool Der Raps, 2016. С. 21.

9. Рапс и сурепица : выращивание, уборка, использование / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. М. : ИД ООО «DVL АГРОДЕЛО», 2007. 320 с.

Пономарев Анатолий Борисович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Пономарева Лидия Анатольевна, канд. с.-х. наук, научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Кипрушкина Нина Александровна, научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

* * *

УДК 631.51:631.582

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

П. А. Постников, А. Б. Пономарев, В. В. Попова, О. В. Васина

В стационарном опыте на серой лесной тяжелосуглинистой почве Среднего Урала изучена возможность минимализации основной обработки почвы. Замена вспашки на безотвальную обработку тяжелым культиватором (15–16 см) не вызвала значительных изменений физических свойств почвы. Использование сидератов и соломы в севообороте в качестве удобрения способствовало разуплотнению почвы в слое 0–20 см, плотность перед посевом культур составила 1,00–1,12 г/см^3. На первых двух культурах после пара заметных различий между способами основной обработки по сложению почвы не выявлено, на последующих культурах севооборота наибольшее уплотнение обнаружено при использовании поверхностной обработки почвы (8–10 см). Запашка рапса на сидерат в первый год действия нивелировала различия в накоплении доступной воды между способами обработки почвы. Под другими культурами севооборота глубокая осенняя обработка по сравнению с поверхностным рыхлением способствовала увеличению весенних запасов влаги в слое 0–50 см на 8,9–10,3 мм. Обогащение почвы легкоусвояемым азотом при запашке рапса в паровом поле снизило отрицательный момент минимализации обработки почвы, а именно в обеспечении растений минеральным азотом в течение всей вегетации. Наибольшее количество минеральных форм азота ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$) в слое 0–20 см в весенний период обнаружено под пшеницей и овсом. На третий и четвертый годы после внесения зеленых удобрений в фазе полных всходов гороха и ячменя произошло снижение доступности минерального азота при минимальных обработках на 1,6–8,8 мг по отношению к ежегодной отвальной вспашке. Использование вспашки 2 раза за ротацию в сочетании с ресурсосберегающими способами обработки почвы не снижало урожайность зерновых культур. При вспашке 1 раз за ротацию сбор зерна по сравнению с традиционной вспашкой уменьшился на 0,13–0,23 т/га.

Ключевые слова: обработка почвы, севооборот, плотность, продуктивная влага, минеральный азот, урожайность.

Переход на ресурсосберегающие технологии обработки почвы обусловлен резким удорожанием материально-технических средств, выпускаемых промышленностью, а также высокими ценами на ГСМ. Снижение затрат при возделывании зерновых культур достигается заменой отвальной вспашки на безотвальное рыхление, сокращением или совмещением операций при весенней обработке. В сельском хозяйстве Среднего Урала в основном применяют безотвальную обработку почвы с осени дискаторами, тяжелыми культиваторами и комбинированные агрегаты при посеве [1, 2].

Выбор способа основной обработки во многом определяется механическим составом почвы, ее агрофизическими свойствами, состоянием почвы после уборки предшествующей культурой. Обобщение результатов других научных учреждений свидетельствует, что на черноземах и темно-серых лесных почвах возможна поверхностная и нулевая, особенно в регионах с недостаточным количеством осадков, а на серых лесных и дерново-подзолистых – глубокая отвальная или безотвальная обработки почвы [3–8].

При внедрении минимальных обработок возникают отрицательные моменты, главным

образом, недостаток минерального азота в начале вегетации и увеличение засоренности посевов. Это требует проведения защиты растений в процессе вегетации и внедрения элементов биологизации в севооборотах [9–11].

Цель исследований – изучить влияние способов основной обработки на агрофизические свойства серой лесной почвы и урожайность культур в зернопаросидеральном севообороте.

Материалы и методы

Исследования проведены с 2011 г. на серой лесной тяжелосуглинистой почве в зернопаросидеральном севообороте: сидеральный пар (рапс), пшеница, овес, горох, ячмень. Серая лесная почва в опыте характеризуется следующими показателями: гумус – 4,92 %, pH – 5,0, содержание подвижного фосфора – 184 мг/кг и обменного калия – 102 мг/кг, гидролитическая кислотность – 4,56, сумма поглощенных оснований – 23,1 ммоль на 100 г почвы.

Основная обработка в стационарном полевом севообороте проводилась по следующей схеме: 1. Отвальная вспашка ежегодно ПН-3-35 (контроль); 2. Отвальная вспашка 2 раза за ротацию + безотвальная обработка культиватором ТерраМикс 300 под овес и ячмень (глубина 15–16 см); 3. Отвальная вспашка 2 раза за ротацию + поверхностная обработка дискатором БДМ под овес и ячмень (8–10 см); 4. Вспашка 1 раз за ротацию + безотвальная обработка культиватором ТерраМикс 300 под горох + поверхностная обработка дискатором БДМ под овес и ячмень; 5. Отвальная вспашка 1 раз за ротацию + поверхностная обработка дискатором БДМ под овес, горох, ячмень; 6. Отвальная вспашка 1 раз за ротацию + безотвальная обработка культиватором ТерраМикс 300 под горох + под овес, ячмень осенние обработки не проводились.

В сидеральном пару с осени отвальная вспашка проведена в контроле, в других вариантах – минимальная обработка, согласно схеме опыта. Перед посевом сидеральной культуры (вторая декада июня) обработка почвы осуществлена по типу полупара во всех изучаемых вариантах. В паровом поле запахано 17–19 т/га зеленой массы крестоцветной культуры.

В течение ротации севооборота при проведении комбинированных обработок почвы вспашка во всех экспериментальных вариантах проведена под пшеницу (запашка рапса на сидерат), вторую отвальную обработку почвы при двукратном ее проведении за ротацию осуществляли под горох.

Весной на всех фонах основной обработки выполняли закрытие влаги, культивацию. Посев пшеницы, овса, гороха и ячменя выполняли сеялкой СЗП-3,6 поперек вариантов с основной обработкой почвы.

Под сельскохозяйственные культуры сложные удобрения вносили из расчета в среднем на 1 га севооборотной площади в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. В 2012 г. высевали яровую пшеницу Красноуфимская 100, в 2013 г. – овес Стайер, в 2014 г. – горох Красноус, в 2015 г. – ячмень Сонет. Для защиты растений на всех вариантах с обработкой почвы осуществлялось протравливание семян зерновых культур фунгицидом виал ТТ, горох – ТМТД. По вегетирующим растениям была проведена обработка гербицидом агритокс, посевы гороха обрабатывали препаратом для сои. Измельченная солома зерновых и зернобобовых культур использована на удобрение, в среднем на 1 га севооборотной площади внесено около 2,7–3,0 т побочной продукции.

Результаты исследований

Наблюдения за агрофизическими показателями почвы в севообороте выявили, что способы обработки оказывали заметное влияние на сложение серой лесной почвы в весенний период. Усредненные данные по плотности почвы показали, что она под культурами зернопаросидерального севооборота варьировала от 1,00 до 1,12 г/см^3, наибольшие показатели отмечены в вариантах, где отвальная вспашка проведена 1 раз за ротацию.

Сложение почвы в течение вегетации растений также зависело от места запашки сидерата и климатических условий. Так, при запашке сидерата в 2011 г. плотность почвы после уборки пшеницы варьировала на уровне 0,98–1,06 г/см^3, несколько выше в вариантах, где применялась поверхностная обработка на глубину 8–10 см в предыдущие годы исследований (табл. 1). В 2013 г. после уборки овса, несмотря на засушливые условия во второй половине лета, уровень уплотнения почвы в изучаемых вариантах не превышал оптимальных значений для серой лесной почвы (1,15–1,20 г/см^3). Заделка зеленой массы рапса на уровне 18–20 т и соломы ежегодно около 3,5–4,0 т/га позволяла поддерживать почву в рыхлом состоянии в течение двух лет.

Под горохом и ячменем в условиях избыточного увлажнения во второй половине лета выявлено сильное уплотнение слоя 0–20 см, особенно в вариантах, где не проводилась отвальная вспашка. Усредненные данные

по сложению почвы свидетельствуют, что при использовании сидератов и соломы в зернопаросидеральном севообороте независимо от способа почвы можно поддерживать почву в достаточно рыхлом состоянии.

В большинстве лет запасы влаги в пахотном слое не превышали 24–34 мм, т.е. соответствовали удовлетворительным условиям увлажнения, за исключением 2015 г., где количество продуктивной влаги возросло до 64–75 мм. Наибольшие запасы доступной воды обнаружены при ежегодной вспашке плугом и вспашке 2 раза за ротацию + безотвальная обработка тяжелым культиватором ТерраМикс. При дифференцированных обработках почвы, где применялась поверхностная обработка на глубину 8–10 см. или она отсутствовала осенью, недобор влаги весной был на уровне 7,3–9,3 %.

После запашки рапса в паровом поле в весенний период перед посевом яровой пшеницы не установлено существенных различий в накоплении продуктивной влаги в слое 0–50 см в большинстве вариантов по изучению способами основной обработки почвы.

На второй культуре (овес) после пара выявлено, что при поверхностной обработке дискатором БДМ произошло снижение количества доступной воды в слое 0–50 см по отношению к традиционной и глубокой безотвальной обработкам почвы. Основные различия по запасам продуктивной влаги отмечены в слое 0–30 см. Наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом в пахотном и подпахотных горизонтах отмечены в 2015 г., за счет выпадения большого количества атмосферных осадков в послеуборочный период предыдущей культуры и весной перед посевом.

Определение запасов доступной влаги в последующие фазы развития растений показало, что режим увлажнения пахотного слоя зависел не только от потребления воды растениями, но и от выпадения атмосферных осадков в течение вегетации. При достаточном количестве атмосферных осадков в летний период запасы продуктивной влаги в пахотном слое соответствовали удовлетворительным условиям увлажнения, т.е. превышали 20 мм.

Усвояемость атмосферных осадков в изучаемых вариантах в период вегетации сельскохозяйственных культур практически не зависела от способа обработки почвы.

Наблюдения за содержанием минеральных форм азота показали, что в первые два года после парового поля, где запахан рапс на сидерат, в большинстве вариантов заметных различий в содержании доступного азота в фазе полных всходов не отмечено. Наименьшее количество нитратного и аммонийного азота обнаружено в 2014 г., что связано с удалением от сидерального пара (третья культура) и неблагоприятными гидротермическими условиями для процесса нитрификации. В фазе полных всходов зерновых культур выявлена тенденция снижения доступности минерального азота при комбинированных обработках на 1,6–8,8 мг по отношению к ежегодной отвальной вспашке. В среднем за 4 года обеспеченность доступным азотом в слое 0–20 см несколько ниже в вариантах с применением поверхностных обработок почвы.

В процессе вегетации растений по мере потребления минерального азота и ухудшения условий для минерализации органического вещества количество его в слое 0–20 см уменьша-

Таблица 1 – Изменение агрофизических свойств почвы в зависимости от способа основной обработки почвы

Способ обработки почвы	Плотность почвы в слое 0–20 см после уборки культур, г/см^3				Запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см перед посевом, мм			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
В1+В2+В3+В4+В5	1,02	1,10	1,25	1,30	75,4	81,3	77,4	151
К1+В2+К3+В4+К5	0,98	1,08	1,24	1,30	74,8	78,5	84,2	153
Д1+В2+Д3+В4+Д5	1,05	1,05	1,26	1,45	74,7	67,7	65,6	148
К1+В2+Д3+К4+Д5	0,98	1,06	1,33	1,35	78,2	77,2	68,7	143
Д1+В2+Д3+Д4+Д5	1,06	1,05	1,30	1,42	73,6	61,8	73,7	140
Б/о1+В2+Б/о3+К4+Б/о5	1,04	1,08	1,27	1,50	70,6	60,7	77,5	141
$НСР_{05}$	0,08	0,05	0,06	0,08	5,8	7,5	8,1	6,8

Примечание: В – вспашка, К – культиватор, Д – дискатор, Б/о – без обработки; 1, 2, 3, 4, 5 – культура севооборота. Аналогично в других таблицах.

лось, минимум отмечен в фазе колошения зерновых культур и образования бобиков у гороха. Различия между способами обработки почвы практически исчезают.

Применение зеленого удобрения в паровом поле оказало благоприятное воздействие на продуктивность зерновых культур в первые два года действия. Установлено, что после запашки зеленой массы рапса на сидеральное удобрение урожайность пшеницы в 2012 г. мало зависела от способов основной обработки, проведенных в предыдущие годы исследований, сбор зерна варьировал в пределах от 3,21 до 3,59 т/га (табл. 2). Достоверных различий между вариантами не выявлено. Применение зеленых удобрений в севообороте позволяло нивелировать отрицательные моменты минимализации почвы, в первую очередь, недостаток минерального азота в первой половине вегетации растений.

На второй культуре (овсе) после сидерального пара выявлены подобные же закономерности. Урожайность овса в зависимости от способа основной обработки находилась в пределах 3,05–3,21 т/га.

На третий год действия зеленых удобрений нивелирующее действие их затухало, т.к. по сравнению с отвальной вспашкой обнаружено снижение урожайности гороха на 0,17-0,38 т/га в вариантах, где применялась поверхностная обработка почвы дискатором БДМ. На пятой культуре (ячмене) уменьшение сбора зерна в вариантах с ресурсосберегающей обработкой составило 0,26–0,49 т/га. При этом наименьшая урожайность получена при применении безотвальной обработки почвы дискатором БДМ-4,0 или при полном ее отсутствии в осенний период.

В среднем за 4 года, благодаря положительному воздействию органических удобрений (сидераты и солома), заметных различий в среднегодовой урожайности зерновых и зернобобовых культур по вариантам основной обработки почвы, где вспашка применялась 2 раза за ротацию, не выявлено. Это свидетельствует о том, что при соблюдении агротехники возделывания зерновых культур на окультуренных почвах возможна замена традиционной отвальной вспашки безотвальной обработкой тяжелыми культиваторами типа ТерраМикс или дискаторами БДМ на 1 раз в 2–3 года.

На серых лесных тяжелосуглинистых почвах в полевых севооборотах с применением приемов биологизации возможна замена отвальной вспашки безотвальной обработкой тяжелым культиватором (глубина 15–16 см) или дискатором БДМ-4,0 (глубина 10–12 см) 1 раз в два года.

П. А. Постников, А. Б. Пономарев, В. В. Попова, О. В. Васина

При использовании вспашки один раз за ротацию среднегодовой недобор зерна в среднем за ротацию достиг 0,13–0,23 т/га, т.е. экономия затрат при минимализации обработки не всегда может окупиться прибавками урожая, в особенности при нарушении технологий возделывания зерновых культур

Анализируя данные по продуктивности зернопаросидерального севооборота, можно отметить, что выход зерна, сухого вещества и сбор кормовых единиц с урожаем культур мало зависел от способов комбинированной основной обработки почвы, где вспашка проводилась два раза за ротацию. В данных вариантах показатели находились на уровне контроля. В то же время при удалении от парового поля выявлена тенденция снижения продуктивности возделываемых культур в вариантах, где за ротацию проведена 1 вспашка + безотвальные обработки или ее полное отсутствие в осенний период (табл. 3).

Таблица 2 – Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур в зернопаросидеральном севообороте, т/га

Способ основной обработки почвы	Пшеница, 2012 г.	Овес, 2013 г.	Горох, 2014 г.	Ячмень, 2015 г.	В среднем по севообороту
В1+В2+В3+В4+В5	3,36	3,11	3,02	5,48	3,74
К1+В2+К3+В4+К5	3,59	3,21	3,18	5,13	3,78
Д1+В2+Д3+В4+Д5	3,21	3,05	3,34	5,00	3,65
К1+В2+Д3+К4+Д5	3,27	3,23	2,64	5,22	3,59
Д1+В2+Д3+Д4+Д5	3,28	3,14	2,85	5,16	3,61
Б/о1+В2+Б/о3+К4+Б/о5	3,12	2,93	2,99	4,99	3,51
$НСР_{05}$	0,40	0,27	0,43	0,48	

Таблица 3 – Среднегодовая продуктивность зернопаросидерального севооборота в зависимости от способа основной обработки почвы, 2011–2015 гг.

Способ основной обработки почвы	Выход зерна с 1 га севооборотной площади, т	Сбор сухого вещества с урожаем культур, т/га	Выход кормовых единиц с урожаем культур, тыс./га
В1+В2+В3+В4+В5	2,99	3,16	3,89
К1+В2+К3+В4+К5	3,02	3,21	3,95
Д1+В2+Д3+В4+Д5	2,92	3,16	3,87
К1+В2+Д3+К4+Д5	2,87	3,07	3,76
Д1+В2+Д3+Д4+Д5	2,89	3,01	3,70
Б/о1+В2+Б/о3+К4+Б/о5	2,81	2,99	3,76

Выводы

Применение сидератов и соломы в севообороте способствовало разуплотнению серой лесной тяжелосуглинистой почвы, под пшеницей и овсом заметных различий по плотности почвы по вариантам комбинированной обработки не установлено. Сильное уплотнение пахотного горизонта отмечено под последней культурой (ячмень) в избыточно увлажненных условиях при применении вспашки 1 раз за ротацию.

На второй-четвертой культурах после сидерального пара выявлена тенденция снижения запасов продуктивной влаги в слое 0–50 см при поверхностной обработке на глубину 8–10 см, по отношению к отвальной вспашке они снизились в среднем на 8,9–10,3 мм.

В обеспечении культур минеральным азотом положительное действие зеленого удобрения проявлялось в течение двух лет. В зернопаросидеральном севообороте ухудшение пищевого режима выявлено на третий и четвертый годы действия сидератов при поверхностной обработке почвы.

Замена отвальной вспашки 1 раз в 2–3 года ресурсосберегающими приемами обработки почвы не снижала урожайности культур севооборота. При применении в системе основной обработки почвы отвальной вспашки 1 раз за ротацию зернопаросидерального севооборота на третьей (горох) и четвертой (ячмень) культурах после пара отмечено снижение сбора зерна на 0,17–0,49 т/га по сравнению с традиционной обработкой плугом.

Рекомендации

На серых лесных тяжелосуглинистых почвах в полевых севооборотах с применением приемов биологизации возможна замена отвальной вспашки безотвальной обработкой тяжелым культиватором (глубина 15–16 см) или дискатором БДМ-4,0 (глубина 10–12 см) 1 раз в два года.

Список литературы

1. Рекомендации по увеличению производства зерна и внедрению ресурсосберегающих технологий в растениеводстве (опыт передовых хозяйств Свердловской области) / М. Н. Копытов [и др.]. Екатеринбург : Изд-во УрГСХА, 2008. 154 с.

2. Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения / П. А. Постников [и др.] ; под общей ред. д-ра с.-х. наук Н. Н. Зезина, д-ра с.-х. наук, член-корреспондента РАСХН А. Н. Семина. Екатеринбург, 2010. 338 с.

3. Власенко А. Н., Власенко Н. Г., Коротких Н. А. Разработка технологии NO-till на черноземе выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2001. № 5. С. 20–22.

4. Кирюшин В. И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. 2006. № 5. С. 12–14.

5. Лазарев А. П. Основные элементы системы земледелия на черноземах Западной Сибири (на примере Тюменской области) : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Тюмень, 2012. 31 с.

6. Перфильев Н. В. Оптимизация систем обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Тюмень, 2014. 32 с.

7. Каипов Я. З., Султангазин З. Р., Абдуллин М. М. Эффективность комбинированной обработки почвы в условиях лесостепи восточных предгорий Южного Урала // Земледелие. 2015. № 2. С. 22–24.

8. Анисимов Ю. Б., Агеев А. А. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях северного лесостепного ландшафта Южного Урала // АПК России. 2015. Т. 72/1. С. 60–63.

9. Павленкова Т. В. Изменение количества нитратного, аммиачного азота, биологической активности при использовании удобрений // Аграрный вестник Урала. 2008. № 1. С. 27–28.

10. Передериева В. М., Власова О. И. Севооборот как биологическое средство интенсификационных процессов в современном земледелии // Вестник АПК Ставрополья. 2015. Спецвыпуск № 2. С. 35–44.

11. Ресурсосберегающие обработки почвы в зернотравяном севообороте / И. С. Бызов, П. А. Постников, А. Б. Пономарев, Р. Р. Гарифянова // Земледелие. 2015. № 1. С. 15–17.

Постников Павел Афанасьевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: Postnikov.ural@mail.ru.

Пономарев Анатолий Борисович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Попова Вера Викторовна, научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: vvpopova_77@mail.ru.

Васина Ольга Владимировна, младший научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: Vasina_ov@mail.ru.

* * *

УДК 633.16:631.582:631.452

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СЕВООБОРОТАХ

П. А. Постников, В. В. Попова

Насыщение полевых севооборотов посевами однолетних и многолетних бобовых культур, использование соломы и сидератов в качестве удобрения позволит повысить продуктивность пашни и приостановить деградацию пахотных земель. В 2011–2015 гг. на темно-серой лесной почве изучено воздействие предшественников и систем удобрений на урожайность ярового ячменя в севооборотах. Исследования проведены в пятипольных севооборотах на трех фонах питания: естественный (без удобрений); минеральный и органо-минеральный. Систематическое применение органических удобрений способствовало увеличению доли агрономически ценных частиц размером 0,25–10 мм на 4,4–6,9%, снижению плотности почвы в пахотном слое на 0,02–0,07 г/см^3 и повышению запасов продуктивной влаги в слое 0–50 см на 4,1–7,6 мм по сравнению с естественным уровнем плодородия. Среднегодовое поступление растительной массы пожнивно-корневых остатков в почву в пределах 3,5–5,0 т/га обеспечило биологическую активность в контроле на уровне 29,3–37,0%. На минеральном и органо-минеральном фонах питания биогенность пахотного слоя возросла на 10,6–11,9% по отношению к варианту без удобрений. Наибольшая урожайность ячменя на уровне 4,64–5,50 т достигнута при умеренной влагообеспеченности вегетационного периода (гидротермический коэффициент – 1,38), в засушливых условиях она не превышала 2,33–3,89 т/га. В среднем за 5 лет урожайность ячменя на удобренных фонах питания варьировала в пределах 3,5–4,0 т, прибавки зерна к контролю составили 1,12–1,74 т/га. Максимальный сбор зерна получен на удобренных фонах питания при посеве ячменя после однолетних трав с запашкой поукосного рапса. Размещение ярового ячменя в севооборотах предпочтительно по занятому пару, гороху и клеверу.

Ключевые слова: темно-серая лесная почва, севооборот, предшественник, фон питания, минеральные удобрения, сидерат, солома, ячмень, урожайность.

Яровой ячмень является одной из основных зернофуражных культур в Свердловской области. Площадь его посевов составляет около 35–40% зернового клина. Однако урожайность ячменя, несмотря на наличие районированных сортов с потенциалом 6,0–7,0 т/га и выше, остается достаточно низкой и значительно колеблется по годам [1].

Получение стабильных урожаев зерна возможно только при соблюдении агротехнологии. При возделывании зернофуражной культуры важными элементами технологии, оказывающими наибольшее влияние на величину урожайности и качество зерна, являются сорта, предшественники, удобрения и т.д. [2–5].

Ввиду опережающего роста цен на материальные ресурсы (ГСМ, удобрения, техника) по отношению к ценам на сельскохозяйственную продукцию, важно разработать технологии, которые обеспечили бы повышение окупаемости удобрений и получение чистого дохода.

Актуальным в этой связи является включение в севообороты сидеральных паров, бобовых трав, зернобобовых и промежуточных культур, что позволить активизировать биологические факторы плодородия почв. Это даст возможность за счет накопления питательных веществ с элементами биологизации сократить до минимума применение минеральных удобрений,

сохраняя при этом продуктивность пашни на достаточно высоком уровне [6–8].

Цель исследований – выявить воздействие агробиологических факторов на урожайность ячменя сорта Сонет в различных севооборотах.

Материалы и методы

Схемы изучаемых севооборотов и структура размещения культур приведены в таблице 1.

Почва опытного участка – темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 4,67–5,06 %, легкогидролизуемого азота – 136–181 мг, подвижного фосфора – 206–268 мг, обменного калия – 150–168 мг/кг почвы, сумма поглощенных оснований – 27,6–33,9 мг-экв. на 100 г почвы, $pH_{сол}$ – 4,9–5,1.

Изучение севооборотов проводилось на трех фонах питания:

1. Естественный (без удобрений);
2. Минеральный – с применением умеренных норм минеральных удобрений из расчета на 1 га севооборотной площади $N_{30}P_{30}K_{36}$;
3. Органо-минеральный – использование сидератов, соломы на фоне минеральных удобрений $N_{24}P_{24}K_{30}$.

Ячмень высевался с нормой высева 4,5 млн всхожих семян, технология выращивания традиционная для Среднего Урала [1].

Метеоусловия в 2011–2015 гг. заметно отличались от среднемноголетних показателей. Наиболее благоприятные условия для развития и роста ярового ячменя были отмечены в 2011 г. Выпадение осадков в июне на уровне 147 % от нормы обеспечило достаточную продуктивность стеблестоя ячменя, несмотря на жаркую погоду во второй половине лета. В 2012 г. выявлены засушливые условия в период активной вегетации зернофуражной культуры, ГТК за вегетационный период составил 1,10 ед. В 2013 г. также отмечен недостаток влаги, особенно в начале лета. Осадки выпадали в основном в виде ливней, что не способствовало накоплению продуктивной влаги в пахотном и подпахотных горизонтах почвы. В 2014–2015 гг. стояла прохладная погода с избытком осадков во второй половине лета. Гидротермический коэффициент за вегетационный период составил около 2,0 единиц.

Результаты исследований

Наблюдения за структурой почвы показали, что во всех изучаемых севооборотах на минеральном и органо-минеральном фонах питания отмечено снижение количества частиц макроструктуры (>10 мм) по сравнению с естественным фоном плодородия.

В среднем за ротацию севооборотов наибольший процент (69,6–72,5) частиц размером 0,25–10 мм обнаружен на органо-минеральном фоне питания. По отношению к неудобренному фону питания систематическое применение минеральных и органических удобрений способствовало увеличению доли агрономически ценных частиц на 4,4–6,9 %, их минимальное количество отмечено в зернотравяном севообороте с насыщением многолетних бобовых трав 20 %.

В третьей ротации биологизированных севооборотов за счет ежегодного поступления растительных остатков на уровне 3,0–5,0 т/га плотность темно-серой почвы после уборки сельскохозяйственных культур не превышала 1,07–1,14 г/см^3. Систематическое применение органических удобрений способствовало разуплотнению слоя 0–20 см на 0,02–0,07 г/см^3 по сравнению с неудобренным фоном питания. При этом минимальные различия между фонами питания обнаружены под культурами зернопаросидерального севооборота.

Улучшение физических свойств темно-серой почвы оказало благоприятное воздействие

Таблица 1 – Схемы биологизированных севооборотов, 2011–2015 гг.

Севооборот	Структура размещения культур, %			
	Пар	Яровые зерновые	Зерно-бобовые	Клевер
Зернопаросидеральный (без мн. трав) – сидеральный пар (рапс) – пшеница – овес – горох – ячмень	20	60	20	–
Зернотравяной (бобовые 40 %) – горох – пшеница с подсевом трав – клевер 1 г.п. – ячмень – овес	–	60	20	20
Зернотравяной (мн. травы 20 %) – однолетние травы, поукосно рапс – ячмень с подсевом трав – клевер 1 г.п. – пшеница – овес	20	60	–	20
Зернотравяной (мн. травы 40 %) – ячмень с подсевом трав – клевер 1 г.п. – клевер 2 г.п. – пшеница – овес	–	60	–	40

на режим влажности. Так, при применении органических удобрений в севооборотах запасы влаги в слое 0–50 см перед посевом ячменя возросли на 4,1–7,6 мм по отношению к варианту без удобрений (табл. 2). В накоплении продуктивной влаги в весенний период заметных различий между предшественниками не выявлено. Аналогичные закономерности отмечены по запасам влаги в течение вегетации сельскохозяйственных культур.

Систематическое применение сидератов и соломы на фоне N24P24K30 позволяет поддерживать плодородие пахотного слоя под культурами севооборотов, а именно: улучшается структура почвы, отмечено разуплотнение слоя 0–20 см, увеличиваются запасы продуктивной влаги и минерального азота.

П. А. Постников, В. В. Попова

Среднегодовое поступление сухой растительной массы с пожнивно-корневыми остатками возделываемых сельскохозяйственных культур способствовало повышению биологической активности темно-серой почвы даже в контрольном варианте, особенно в зернотравяных севооборотах.

Закладка льняных полотен под культуры севооборотов показала, что применение минеральных и органических удобрений обеспечило повышение биологической активности почвы на 10,6–11,9% по сравнению с естественным уровнем плодородия. Выявлено, что при освоении биологизированных севооборотов биологическая активность почвы в них была одинаковой.

Систематическое применение минеральных и органических удобрений способствовало увеличению содержания минерального азота в пахотном слое, в среднем за вегетацию разница находилась на уровне 2,4–4,7 мг/кг почвы по сравнению с естественным фоном плодородия.

Анализ урожайных данных по ячменю свидетельствует, что максимальный сбор зерна фуражной культуры достигнут при умеренной влагообеспеченности вегетационного периода (гидротермический коэффициент – 1,38). Наименьший уровень продуктивности ячменя получен в 2012 г. (табл. 3). Высокую зависимость урожайности ячменя от погодных условий отмечали другие авторы [9, 10].

Усредненные данные по сбору зерна свидетельствуют, что на окультуренной темно-серой почве при внедрении биологических факторов возможно получение урожайности ячменя на уровне 2,15–2,26 т/га даже на неудобренном фоне питания. При применении минеральных и органических удобрений, несмотря на неблагоприятные погодные условия в 2012–2015 гг., сбор зерна ячменя за ротацию севооборотов варьировал в пределах от 3,50 до 4,00 т/га. По отношению к естественному уровню плодородия почвы дополнительный сбор зерна составил 1,12–1,74 т/га.

Таблица 2 – Изменение показателей темно-серой почвы под ячменем в зависимости от системы удобрений и вида севооборота, 2011–2015 гг. (0–20 см)

Показатель	Фон питания	Севооборот		
		зернопаро-сидеральный	зернотравяной (мн. травы 20%)	зернотравяной (мн. травы 40%)
Запасы продуктивной влаги перед посевом, мм (0–50 см)	1	64,4	66,8	68,2
	2	70,7	67,4	68,6
	3	72,0	72,5	72,3
Запасы продуктивной влаги, мм (в среднем за вегетацию)	1	18,1	17,0	18,0
	2	19,3	17,5	18,1
	3	20,0	21,7	20,9
Биологическая активность почвы (льняные полотна), %	1	29,3	37,0	33,8
	2	45,3	44,2	44,4
	3	48,2	48,8	48,2
Содержание минерального азота, мг/кг почвы (в среднем за вегетацию)	1	10,9	11,2	12,7
	2	13,8	16,4	15,8
	3	15,7	17,8	16,0

Примечание: 1. Без удобрений; 2. $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3. $N_{24}P_{24}K_{24}$ + сидераты, солома. Аналогично в последующих таблицах.

Следует отметить, что, несмотря на уменьшение дозы минеральных удобрений на 20% на органо-минеральном фоне питания, уровень урожайности фуражной культуры не снижался по отношению к минеральному фону, за исключением размещения его по яровым зерновым культурам.

Оценивая влияние предшественников на продуктивность зернофуражной культуры, можно сказать, что в третьей ротации биологизированных севооборотах при сложившихся погодных условиях наибольший сбор зерна получен по занятому пару, наименьший – при размещении по яровым зерновым культурам.

Обращает на себя внимание невысокая эффективность клевера как предшественника для ячменя в текущие годы. Следует отметить, что во второй ротации севооборотов (2007–2010 гг.) выявлена иная закономерность, где наилучшим предшественником для ярового ячменя оказался клевер луговой [11].

Это, по-видимому, связано с низкой продуктивностью многолетней бобовой травы в 2010 и 2012 гг. Из-за недостатка влаги и высоких температур воздуха в период вегетации клевера сбор зеленой массы в 2010–2012 гг. не превышал 7,0–23,0 т/га. Изреживание травостоя клевера приводило к увеличению засорения посевов зерновой культуры многолетними сорняками, что также отрицательно сказалось на продуктивности ячменя.

Выводы и рекомендации

Таким образом, систематическое применение сидератов и соломы на фоне $N_{24}P_{24}K_{30}$ позволяет поддерживать плодородие пахотного слоя под культурами севооборотов, а именно: улучшается структура почвы, отмечено разуплотнение слоя 0–20 см, увеличиваются запасы продуктивной влаги и минерального азота.

Внесение минеральных и органических удобрений обеспечивает дополнительный сбор зерна фуражной культуры на уровне 1,2–2,0 т/га по отношению к естественному плодородию почвы. Из-за низкой продуктивности клевера в севооборотах наилучшим предшественником для ярового ячменя в годы исследований оказался занятый пар, наименьший выход зерна получен при его размещении после яровых зерновых культур.

Для повышения урожайности ярового ячменя рекомендуется его размещение в полевых севооборотах по занятым парам, гороху, клеверу.

Список литературы

1. Яровой ячмень и пшеница на Среднем Урале / Н. Н. Зезин [и др.]. Екатеринбург, 2010. 284 с.

2. Огородников Л. П., Постников П. А. Урожайность ярового ячменя и химический состав зерна в зависимости от метеорологических особенностей вегетационного периода // Проблемы плодородия почв, земледелия

Таблица 3 – Урожайность ячменя в севооборотах в зависимости от фона питания и предшественника, т/га

Севооборот	Предшественник	Фон питания	Год				
			2011	2012	2013	2014	2015
Зернопаросидеральный	Горох	1	2,51	1,72	2,73	2,84	1,50
		2	5,38	2,77	3,77	3,60	2,37
		3	5,50	2,67	4,13	3,74	2,76
Зернотравяной (бобовые культуры 40%)	Клевер	1	2,73	1,57	2,23	2,96	1,61
		2	4,64	2,54	3,99	3,67	2,75
		3	4,93	2,57	3,85	3,59	2,94
Зернотравяной (многолетние травы 20%)	Занятый пар	1	2,73	1,86	2,80	2,41	1,50
		2	5,24	3,87	4,14	3,94	2,80
		3	4,94	3,69	4,18	4,38	2,71
Зернотравяной (многолетние травы 40%)	Яровые зерновые	1	2,90	1,64	2,21	2,59	1,43
		2	5,27	2,38	3,34	3,76	2,59
		3	4,68	2,33	3,32	3,53	2,51
$НСР_{05}$ фон			0,48	0,27	0,34	0,28	0,10
$НСР_{05}$ севооборот			$F_ф < F_{05}$				

и растениеводства на Урале : сб. науч. статей. Екатеринбург : Уральская ГСХА, 1999. С. 27–35.

3. Анисимов Ю. Б. Оптимизация агротехнологии возделывания ярового ячменя в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного Урала : автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2011. 23 с.

4. Ториков В. Е., Сорокин А. Е. Урожайность ярового ячменя и овса в условиях длительного стационарного опыта // Аграрный вестник Урала. 2011. № 4(83). С. 12–14.

5. Урожайность и питательная ценность ячменя в зависимости от предшественников и удобрений / М. М. Нафиков, А. А. Замайдинов, В. Н. Фомин, С. И. Спичков // Кормопроизводство. 2013. № 4. С. 11–13.

6. Кирюшин В. И. Проблема экологизации земледелия (Белгородская модель) // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 3–9.

7. Действие и последействие органических удобрений в севообороте / С. И. Новоселов, С. А. Горохов, М. И. Иванов, Е. С. Новоселова // Агрохимия. 2013. № 8. С. 30–37.

8. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Рациональное использование приемов биологизации на дерново-подзолистых почвах в системе земледелия Верхневолжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2(14). С. 71–76.

9. Огородников Л. П. Обоснование технологии возделывания ячменя на Среднем Урале : автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Омск, 1994. 32 с.

10. Косяненко Л. П. Серебрянников Ю. И. Влияние метеоусловий на урожайность сортов ячменя в лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2011. № 12. С. 101–104.

11. Постников П. А. Роль паров в стабилизации плодородия почвы и урожайности зерновых культур в севооборотах // Известия Оренбургского аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 41–43.

Постников Павел Афанасьевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail:Postnikov.ural@mail.ru.

Попова Вера Викторовна, старший научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail:vvpopova@mail.ru.

* * *

УДК 633.14:631.52

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Г. Н. Потапова

Определены сорта озимой ржи, у которых высокая продуктивность сочетается с высокими показателями адаптивности. Это обеспечивает выбор ценных генетических источников для селекционной работы и создания сортов, пригодных для выращивания в производстве. В результате изучения в 2012–2014 гг. лучших сортов озимой ржи, выделены сорта, которые значительно превышали стандартный сорт Паром по урожайности. Различия погодных условий выращивания по годам позволили характеризовать сорта по показателям адаптивности. У сортов Таловская 41 и Грань высокая урожайность сочеталась с высокой экологической стабильностью и пластичностью, что свидетельствует об их ценности как исходного материала для селекции ржи. Сорта Таловская 44, Памяти Кондратенко и Эстафета Татарстана вошли в группу интенсивных, поэтому для их выращивания необходимо создавать лучшие условия. У сортов Рушник, Янтарная, Славия, Фаленская 4, Памяти Кунакбаева, Радонь, Пышма урожайность была на среднем уровне, но они показали высокий уровень экологической стабильности и пластичности. Сорта ржи, перечисленные выше, пригодны для выращивания в производстве и используются в селекционной работе с озимой рожью в условиях Среднего Урала.

Ключевые слова: озимая рожь, сорт, урожайность, погодные условия, адаптивность, стабильность, пластичность, генетические источники.

Изучение исходного материала с целью поиска генотипов с комплексом ценных признаков, таких как высокая продуктивность и качество продукции в сочетании с адаптивностью к местным агроклиматическим факторам, является обязательной составной частью селекционных программ растительных культур, выращиваемых в сельскохозяйственном производстве [1–4]. Проблеме создания экологически устойчивых сортов, способных формировать стабильную урожайность при изменении условий выращивания, посвящены многие исследования [5–8]. Изучению и сохранению «генетических ресурсов культурных растений как основе продовольственной и экологической безопасности» [9, 10] уделяется большое внимание. Озимая рожь, несмотря на значительное сокращение площади посева и валового сбора зерна в Российской Федерации, входит в число основных зерновых культур и используется для хлебопечения и как корм для домашних животных [11, 12]. Территория Среднего Урала по обеспеченности тепловыми ресурсами является зоной рискованного земледелия. В связи с этим селекционная работа с озимой рожью как наиболее адаптированной озимой зерновой культурой останется актуальной еще долгое время.

Понятие адаптивности сортов озимой ржи, применительно к агроклиматическим условиям Среднего Урала, включает комплекс факторов. Высокая устойчивость к морозам с низким снежным покровом (морозоустойчивость). Продолжительный зимний период, 160–180 дней. Длительное, 100–130 дней, нахождение под высоким снежным покровом, более 30 см, в зимний период. Позднее начало вегетации весной (конец апреля или начало мая) и возврат холодов до –15 °С после схода снега. Резкие перепады температуры и обеспеченности влагой в весенний и летний периоды вегетации. Заметное отрицательное влияние погодных условий на урожайность посевов озимой ржи установлено в каждые два года из трех. В один год из пяти лет урожайность снижается в 2–3 раза, по сравнению с полученной при благоприятных условиях [13, 14]. В связи с этим цель исследований включала изучение и выбор генетических источников, у которых высокая продуктивность сочетается с высокими показателями адаптивности, для использования в селекционной работе по озимой ржи в Уральском НИИСХ.

По зимостойкости, длине колоса, числу зерен в колосе, устойчивости к болезням, высоким хлебопекарным свойствам имели определенные преимущества сорта Паром, Алиса, Янтарная селекции Уральского НИИСХ. Высокое число зерен в колосе (60–65 штук) показали Крона, Таловская 41, Таловская 44, Эстафета Татарстана. Раннеспелостью и крупнозерностью (35–38 г) характеризовались сорта Иван, Солнышко, Марусенька (Саратовский НИИСХ), Полікросне, Юли 2, Поли (Украина), Лота и Бирюза (Беларусь).

Г. Н. Потапова

Методика исследований

Исследования проводились в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» с 1912-го по 2014 год в питомнике оценки коллекционного материала. Для посева использовали оригинальные семена 47 сортов, созданных и высеваемых на значительных площадях в России, Украине и Беларуси, полученные из селекционных учреждений. Посев проводили по чистому пару 22–23 августа на делянках площадью 10 м^2 в четырех повторениях селекционной сеялкой СФК. Норма высева 5 миллионов всхожих зерен на гектар. До посева вносили $N_{15}P_{15}K_{15}$ (1 ц/га) сложных минеральных удобрений. После посева в сухую погоду почву прикатывали. Весной проводили подкормку аммиачной селитрой N_{35}, или 1 ц/га. Обработку семян и посевов пестицидами в питомнике не применяли. Наблюдения и оценки проводили в соответствии с общепринятой методикой [9]. Расчет показателей адаптивности сделали по методу А. В. Кильчевского, Л. В. Хотылевой [16]. Дисперсионный анализ результатов выполняли по Б. А. Доспехову [17].

Климатические условия в годы проведения исследований существенно различались. Осенний период в 2011–2012 гг. был сухим и теплым, зима холодная и малоснежная, весной и летом сохранялась сухая и жаркая погода. В 2012–2013 гг. наблюдалась умеренно теплая погода с выпадением достаточного количества осадков. В 2013–2014 г. погодные условия были благоприятными для развития растений осенью и перезимовки зимой, но весной и летом наблюдалась прохладная и очень сырая погода.

Результаты исследований

Различие погодных условий в годы проведения исследований позволило определить сорта ржи, у которых высокий продуктивный потенциал сочетался с высоким уровнем адаптивности. В условиях жаркой и засушливой погоды 2012 г. урожайность изучаемых образцов колебалась от 2,04 т/га до 4,87 т/га. У стандартного сорта Паром составила 3,81 т/га (табл. 1). Значительное превышение к стандарту по урожайности было получено у сортов Таловская 41 и Таловская 44, Алиса, Петровна, Памяти Кунакбаева, Роксана. На уровне стандарта (3,40–4,24 т/га) урожайность была у 15 сортов. Низкой была величина урожайности (ниже 3 т/га) у тетраплоидных сортов Влада 4n (Сибирский НИИСХ) и Сибирская 4n, а также сортов Поли, Юли и Поликросне из Украины, высокорослого сорта Пышма (Уральский НИИСХ).

При благоприятных условиях перезимовки и весенне-летней вегетации посевов озимой ржи в 2013 г. была получена высокая урожайность изучаемых сортов, которая колебалась от 4,66 до 7,59 т/га, у стандарта Паром составила 6,76 т/га. Значительно выше стандарта (выше 7 т/га) урожайность была у сортов Таловская 44, Грань, Памяти Кондратенко, Эстафета Татарстана, Татьяна, Крона, Московская 12. У 22 сортов, в том числе сортов Алиса, Янтарная и Вираж селекции Уральского НИИСХ, величина

урожайности была выше 6 т/га. На уровне 5,7 т/га была урожайность зерна у тетраплоидного сорта Влада 4n и 4,66 т/га у тетраплоида Сибирская 4n. Урожайность сортов с рецессивной короткостебельностью (Лота, Бирюза и Алькора) из Беларуси составляла 6,7–7,0 т/га.

В 2014 г. в связи с поздним началом вегетации растений в конце апреля и резким наступлением жаркой погоды в мае, сменившейся прохладной погодой в июне и июле с большим количеством осадков, посевы озимой ржи практически постоянно находились в стрессовых условиях. Величина урожайности была ниже, по сравнению с 2013 годом, и колебалась от 3,95 до 7,22 т/га, у стандарта Паром была 4,79 т/га. В условиях недостатка тепла и избытка влаги высокую урожайность показали новые селекционные образцы Г–1494 (Владимирский НИИСХ) и Ника (ВНИИР) 7,12 и 7,54 т/га, соответственно. Значительно превысили стандарт сорта Грань, Эстафета Татарстана, Славия, Рушник с урожайностью выше 6 т/га.

Сорта озимой ржи Таловская 41 и Таловская 44 показали высокий уровень урожайности при недостатке влаги в 2012 г. и благоприятных погодных условиях в 2013 г., а в условиях 2014 г. не смогли проявить высокий потенциал продуктивности. В среднем за три года они превысили стандартный сорт Паром на 0,38 и 0,42 т/га, соответственно. Превышение к стандарту в среднем за годы изучения у сортов Грань, Памяти Кондратенко и Эстафета Татарстана составило 0,31–0,58 т/га, но в отличие от сортов из Воронежского НИИСХ, более высокая урожайность у них формировалась в годы с избыточным увлажнением. Следует признать, что эти сорта обладали самым высоким продуктивным потенциалом. Сорта озимой ржи, полученные в Уральском НИИСХ, показали среднюю за три года урожайность зерна на уровне 5 т/га. Это оказалось ниже, по сравнению с несколькими лучшими сортами, но выше по сравнению с большинством изученных сортов.

Многие сорта озимой ржи, в том числе из Украины и Беларуси, в местных условиях не смогли реализовать продуктивный потенциал своих генотипов. При благоприятных условиях 2013 г. величина урожайности у них была на уровне остальных сортов, но при неблагоприятных погодных условиях 2012 и 2014 гг. урожайность была значительно ниже.

В результате анализа показателей адаптивности сортов озимой ржи при выращивании в агроклиматических условиях Среднего Урала было установлено, что сорта со средней за три года урожайностью выше 5 т/га имели высокие значения общей адаптивной способности (табл. 2). У них превышение к средней урожайности по питомнику за три года изменялось от 0,59 до 0,96 т/га. В связи с тем, что общая адаптивная способность (ОАС, или V_i) показывает величину отклонения средней урожайности

Таблица 1 – Урожайный потенциал сортов озимой ржи в условиях Среднего Урала

Сорт	Происхождение	Урожайность, т/га			
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя
Паром, ст.	Уральский НИИСХ	3,10	6,76	5,30	5,05
Таловская 41	Воронежский НИИСХ	**5,08***	6,87	4,34	**5,43**
Таловская 44	Воронежский НИИСХ	**4,73***	**7,47***	4,21	**5,47**
Грань	Владимирский НИИСХ	**4,13***	7,14	5,62	**5,63**
Памяти Кондратенко	Московский НИИСХ	**3,60***	7,06	**6,16***	**5,61**
Эстафета Татарстана	Татарский НИИСХ	**3,80**	7,22*	5,24	**5,42**
Тантана	Татарский НИИСХ	**3,75***	6,48	4,67	**5,36**
Татьяна	Московский НИИСХ	**3,53***	**7,59***	4,97	**5,36**
Славия	Ленинградский НИИСХ	3,30	6,45	**6,64***	**5,26**
Рушник	Кировский НИИСХ	**3,58***	5,65	5,30	5,05
Янтарная	Уральский НИИСХ	**4,25***	6,34	4,72	5,08
Алиса	Уральский НИИСХ	**4,24***	6,42	4,64	**5,10**
Петровна	Сибирский НИИСХ и Т	**4,40***	6,68	3,82	4,96
Радонь	Татарский НИИСХ	**3,90***	6,46	4,32	4,89
Памяти Кунакбаева	Башкирский НИИСХ	**4,43***	6,29	3,83	4,85
Фаленская 4	Кировский НИИСХ	**3,53***	6,10	4,79	**4,80**
Роксана	Самарский НИИСХ	**4,45***	6,00	3,67	**4,71**
Полі 2	Украина	3,03	6,11	3,39	4,17
$НСР_{05}$		0,43	0,52	0,48	

сорта от средней урожайности всех сортов этой культуры за годы выращивания, лучшим будет сорт с высоким значением ОАС. Специфическая адаптивная способность (САС) показывает отклонение от общей средней в определенной среде и используется вместе с показателем относительной стабильности (S_{gi}) для характеристики стабильности сорта. Чем ниже значение показателей, тем меньше сорт реагирует на изменение условий и выше его стабильность.

В группе сортов с высокой продуктивностью (выше 5 т/га) и высокими значениями общей адаптивной способности можно выделить сорта Таловская 41 и Грань с пониженными значениями специфической адаптивной способности (1,26 и 1,48) и относительной стабильности (23,3 и 26,2%). У них достаточно высокие показатели пластичности (b_i – 0,81 и 0,99) и селекционной ценности генотипа (СЦГ$_i$ – 4,27 и 4,35). Таким образом, сорта озимой ржи Таловская 41 и Грань, в условиях Среднего Урала характеризовались наиболее удачным сочетанием высокой продуктивности, экологической стабильности и пластичности. К тому же у них был выровненный по высоте стеблестой, не было обнаружено признаков поражения болезнями, наступление восковой спелости отмечено раньше, по сравнению с сортами Уральской селекции, на 3–5 дней. Эти сорта включены в программу гибридизации для улучшения данных показателей.

Для сортов Таловская 44, Памяти Кондратенко и Эстафета Татарстана стабильность урожайности была ниже и установлено, что урожайность повышалась при улучшении условий выращивания (b_i > 1). Эти сорта более интенсивные, поэтому для их выращивания необходимо создавать лучшие условия. Но они могут быть использованы в селекционной работе для создания высокопродуктивных сортов интенсивного типа.

Высокий уровень стабильности и пластичности урожайности установлен у сортов Рушник, Янтарная, Славия, Фаленская 4, Памяти Кунакбаева, Радонь, Пышма. Они вполне пригодны для возделывания на территории Среднего Урала, так как могут давать урожайность до 4 т/га.

Для использования в селекционной работе были отобраны сорта озимой ржи, которые выделились по отдельным показателям. По зимостойкости, длине колоса, числу зерен в колосе, устойчивости к болезням, высоким хлебопекарным свойствам имели определенные преимущества сорта Паром, Алиса, Янтарная селекции Уральского НИИСХ. Высокое число зерен в колосе (60–65 штук) показали Крона, Таловская 41, Таловская 44, Эстафета Татарстана. Раннеспелостью и крупнозерностью (35–38 г) характеризовались сорта Иван, Солнышко, Марусенька (Саратовский НИИСХ), Полікросне, Юлu 2, Поли (Украина), Лота и Бирюза

Таблица 2 – Показатели адаптивности сортов озимой ржи в условиях Среднего Урала

Сорт	Урожайность, т/га	ОАС	САС (σ^2)	S_{gi}, %	b_i	СЦГ$_i$
Паром, ст.	5,05	0,38	1,82	36,1	1,16	2,68
Таловская 41	5,43	0,76	1,26	23,3	0,81	4,27
Таловская 44	**5,47**	**0,80**	**1,73**	31,7	1,16	**3,65**
Грань	**5,63**	**0,96**	1,48	**26,2**	**0,99**	**4,35**
Памяти Кондратенко	**5,61**	**0,94**	1,77	31,6	**1,03**	**3,87**
Эстафета Татарстана	**5,42**	**0,75**	1,69	31,2	1,16	3,61
Тантана	**5,36**	**0,69**	2,04	38,0	1,42	2,97
Татьяна	**5,36**	**0,69**	2,04	38,0	1,42	2,97
Славия	**5,26**	**0,59**	1,68	32,0	0,88	**3,30**
Рушник	5,02	0,35	**1,22**	**24,4**	0,52	**3,53**
Янтарная	5,10	0,43	**0,90**	**18,9**	0,65	**3,49**
Петровна	4,96	0,29	1,48	29,8	0,98	3,02
Радонь	4,89	0,22	1,34	27,4	0,96	3,09
Памяти Кунакбаева	4,85	**0,18**	1,25	25,8	0,82	3,13
Фаленская 4	4,80	0,13	1,25	26,0	0,85	3,05
Роксана	**4,71**	**0,04**	1,15	24,4	0,72	3,01
Полі 2	4,17	–0,50	1,66	39,8	1,18	1,17
НСР$_{05}$		0,50				
НСР$_{01}$		0,60				

(Беларусь). Сорта озимой ржи, выделившиеся по отдельным показателям, включаются в гибридизацию для их улучшения.

Выводы

В результате исследований установлено, что оценка исходного материала по урожайности и показателям адаптивности, способствует более точному отбору генетических источников ценных признаков для селекции озимой ржи. У сортов Таловская 41 и Грань высокая урожайность сочеталась с высокой экологической стабильностью и пластичностью, что свидетельствует об их высокой ценности как исходного материала для селекции ржи. Сорта Таловская 44, Памяти Кондратенко и Эстафета Татарстана рекомендуется использовать для создания высокопродуктивных интенсивных сортов, а для их выращивания в производстве необходимо создавать лучшие условия. Сорта ржи с урожайностью на уровне 4–5 т/га – Рушник, Янтарная, Славия, Фаленская 4 и Памяти Кунакбаева, показавшие высокий уровень экологической стабильности и пластичности, пригодны для выращивания на территории Свердловской области и использования в селекционной работе с озимой рожью в условиях Среднего Урала.

Список литературы

1. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. М. : 2014, С. 33–64.

2. Урбан Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания. Минск : Беларуская навука, 2009. С. 34–55.

3. Banaszak Z., Banaszak K., Kaczmarek Z. Rye varieties in Poland // By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw: 24th-26th June 2015. P. 26–27.

4. Geiger H. H. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereal L.*) // Jag. Ber. Akad. Landmirtsch. DDR. Berlin, 1982. N 198. P. 305–332.

5. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В. А. Зыкин [и др.]. Уфа : БфшГАУ, 2005. 100 с.

6. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.

7. Рыбась И. А. Оценка параметров экологической пластичности и стабильности сортов озимой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2014. № 6(124). С. 26–29.

8. Fowler D. B. Breedingfor frost tolerance in rye // By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw: 24th-26th June 2015. P. 51.

9. Дзюбенко Н. Н. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России // Вестник РАН. 2015. № 1. С. 3–8.

10. Larsen R. J. Historical, current and potential future trends for rye production and breeding in Canada // By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw: 24th-26th June 2015. P. 24.

11. Жученко А. А. Рожь – важнейшая продовольственная и кормовая культура России // Агропродовольственная политика. 2012. № 3. С. 14–21.

12. Жакубеков К. К., Потапова Г. Н. Озимая рожь и тритикале – важная часть зеленого конвейера // Земледелие. 2009. № 6. С. 24–25.

13. Потапова Г. Н., Зверева Т. Н., Галимов К. А. Результаты селекции озимой ржи в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» // АПК России. 2015. Т. 73. С. 120–124.

14. Потапова Г. Н. Особенности влияния динамики температуры и суммы осадков на урожайность озимой ржи в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2015. № 9. С. 19–24.

15 Методика по сортоиспытанию сельскохозяйственных растений. М., 1979.

16. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Мн. : Тэхналогія, 1997. С. 372.

17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 358 с.

Потапова Галина Николаевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимых культур, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: GNP60@bk.ru.

* * *

УДК 633.11:631.5:338.43(470.51/.54)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ НА СЕМЕНА И ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ ЦЕЛИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

А. А. Шанин, Л. В. Гусева, Н. В. Мальцев

Проведен сравнительный анализ теоретического обоснования и практического опыта применения традиционных и малозатратных технологий выращивания перспективных сортов яровой пшеницы в условиях Среднего Урала. Выявлены основные элементы технологии, позволяющие обеспечить высокую доходность производства яровой пшеницы. Установлено, что одним из путей повышения рентабельности производства яровой пшеницы является снижение себестоимости продукции и увеличение урожайности за счет использования перспективных адаптированных к местным условиям современных сортов пшеницы и совершенствования технологии их возделывания. Определено, что при выборе сорта для возделывания в том или ином агропочвенном регионе необходимо учитывать его генетический потенциал, биологические особенности, цели использования и экономические показатели. Доказано, что сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности, а доля затрат на приобретение семенного материала при различных технологиях производства яровой пшеницы снижается. В результате проведенных исследований выявлено, при каком сочетании хозяйственных и биологических признаков почвенно-климатические ресурсы в зоне возделывания сорта могут быть использованы с наибольшей эффективностью.

Ключевые слова: технология, пшеница, урожайность, структура затрат, рентабельность, эффективность.

В России, как и во всем мире, аграрное производство является крупнейшей жизнеобеспечивающей сферой народнохозяйственного комплекса. Его состояние и экономическая эффективность функционирования оказывают решающее влияние на уровень продовольственного обеспечения и благосостояния народа. Агропромышленный комплекс в значительной мере определяет состояние всей экономики страны, поскольку он тесно взаимодействует экономически, ресурсно и производственно с другими отраслями народного хозяйства. В сельской местности проживает свыше 38 млн человек, или 27% жителей России. Это огромный кадровый потенциал, способный при научно обоснованной организации сельскохозяйственного производства вывести наше сельское хозяйство на передовые позиции в мире [1].

Опыт стран с развитой рыночной экономикой свидетельствует о том, что наука, наукоемкие технологии, активная инновационная деятельность являются исходной движущей силой всей хозяйственной жизни, и преимущественный прирост сельскохозяйственного производства обеспечивается за счет реализации научно-технических достижений. Поэтому стабилизация и дальнейшее ускоренное развитие АПК невозможно без воспроизводства новых

знаний, внедрения достижений аграрной науки, их апробации и освоения в производстве, участия науки в разработке и экспертизе принимаемых федеральных и региональных нормативно-правовых актов [1, 2].

Сегодня прогресс в аграрном секторе неразрывно связан с развитием перспективных наукоемких отраслей. Учеными разработаны современные технологии производства сельскохозяйственной продукции и пищевых продуктов для всех основных природно-экономических зон страны, освоение которых в производстве уже привело к увеличению производства некоторых видов продукции (зерно, мясо птицы, яйцо), ассортимента и качества пищевых продуктов. Дальнейшее широкое их освоение обеспечит успешную реализацию национального проекта «Развитие АПК» [1, 3].

Специалистами ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на основе проведенных научно-исследовательских работ доказана возможность эффективного возделывания яровой пшеницы сорта Екатерина в условиях Среднего Урала. Сорт обладает устойчивостью к неблагоприятным погодным и природно-климатическим условиям, устойчив против полегания и к прорастанию зерна в колосе на корню, высокоустойчив к осыпаемости колоса и его ломкости, обладает высокой степенью засухоустойчивости и вымолачиваемости зерна, пригоден к возделыванию по технологиям различного уровня интенсивности и механизированной уборке. Изучены основные элементы технологии: сорта, нормы высева, глубина посева, сроки уборки.

В условиях современной рыночной экономики сельскохозяйственными предприятиями Среднего Урала особый интерес уделяется вопросу: насколько выгодно выращивать тот или иной сорт и по какой технологии (традиционной, интенсивной, экстенсивной), а также при каком уровне урожайности будет получена максимальная рентабельность и эффективность.

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих получение высокой и устойчивой урожайности яровой пшеницы в контрастных погодных условиях, является расширение ее сортового разнообразия в конкретном регионе. Ограниченность ассортимента объясняется не отсутствием сортов, пригодных для региона, а недооценкой их значения, недостаточной селекционной и технологической проработкой их возделывания в местных условиях. Сорт является одним из средств сельскохозяйственного производства, который имеет четко выраженный экологический облик в определенных экологических условиях, для которых он создан [4]. Изучение сортовых особенностей реакции растений на условия внешней среды очень важны как с селекционной, так и с агроэкологической точки зрения. В ходе этих исследований выявляется, при каком сочетании физиолого-экологических признаков почвенно-климатические ресурсы в зоне возделывания сорта могут быть использованы с наибольшей эффективностью [5].

Наукой и практикой установлено, что в общем росте урожайности за счет интенсивных факторов до 50% приходится на долю сортов и семян. За счет генетического потенциала сортов можно нивелировать технологические недостатки, снизить отрицательные последействия от отсутствия или ограниченного применения органических и минеральных удобрений. Одним из способов эффективной стабилизации урожайности считается создание и распространение в производство экологически пластичных, т.е. обладающих общей или специфической адаптивностью, сортов [5].

Сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности. Доля затрат на приобретение семенного материала при различных технологиях производства яровой пшеницы снижается с 29,4 до 10,5 %.

А. А. Шанин, Л. В. Гусева, Н. В. Мальцев

В практике растениеводства достоинства того или иного сорта оцениваются по полученному урожаю. Однако для вскрытия причин, определяющих его величину, необходимо изучить особенности формирования урожая в процессе роста и развития растений, т.к. конечная продуктивность и урожайность являются результатом многих процессов жизнедеятельности растений [7].

Урожайность сортов и посевные качества семян резко меняются в зависимости от погодных условий и зоны выращивания [6].

В современном земледелии сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности и наряду с технологией выращивания имеет большое, а в ряде случаев решающее значение для получения высоких и устойчивых урожаев. В системе агрономических мероприятий

важным звеном в увеличении урожайности выступают два наиболее весомых элементов: сорт и технология его возделывания. При традиционной технологии возделывания на долю сорта в повышении урожайности приходится 25 %, технологии возделывания – 25 %, удобрений – 50 %. При интенсивном земледелии доля сорта увеличивается на 34–50 %, удобрений – 30 %, средств защиты растений и ретардантов – 25–30 % [8].

Одно из самых серьезных нарушений технологии выращивания сельскохозяйственных культур – посев некачественными, неподготовленными к посеву семенами, особенно сортов, не отвечающих по биологическим свойствам почвенно-климатическим условиям места выращивания [9].

Важную роль в повышении величины и качества урожая играет приспособленность к местным условиям, то есть его способность эффективно использовать местные факторы (солнечную энергию, питательные вещества, воду и пр.) [10, 11].

Мировой опыт свидетельствует о том, что наиболее широкодоступным, экономически самым эффективным, энергосберегающим способом увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции является селекция и семеноводство. Сорт как биологическую систему нельзя ничем заменить [12, 13, 14].

Технологии и сорт взаимосвязаны и вместе определяют уровень продуктивности и эффективности производства [15]. Следовательно, нужен дифференцированный подход к подбору сортов. Особенно он важен в настоящее время, когда одни хозяйства широко применяют интенсивные технологии, а другие многие хозяйства не могут обеспечить посевы высокими дозами удобрений и комплексом защиты растений [16].

Учитывая применяемый набор техники, удобрений и средств защиты растений, а также принятые нормы выработки составлены технологические карты для получения нескольких уровней урожайности семян яровой пшеницы. Технокарты включают в себя комплекс мероприятий по организации труда с наиболее эффективным использованием современных средств механизации и различных элементов технологии.

Сравнительная оценка технологии возделывания зерновых культур проведена по четырем вариантам: экстенсивная, применяемая (традиционная) и интенсивная на различных уровнях применения минеральных удобрений и средств защиты растений. Экстенсивная технология – посев без использования удобрений, из средств защиты растений – применение только гербицидной обработки против широколиственных сорняков. Традиционная включает в себя минимальную обработку семенного материала, посевов от сорной растительности, внесение минеральных удобрений в минимальных объемах.

Таблица 1 – Характеристика природных районов Свердловской области

№ п/п	Агропочвенный район	Распространенные почвы
1	Предуральский	Серые лесные оподзоленные суглинистые, черноземы выщелоченные и карбонатные, перегнойно-карбонатные глинистые и суглинистые
2	Зауральский	Черноземы оподзоленные, выщелоченные, осолоделые и серые лесные оподзоленные и осолоделые
3	Алапаевско-слободотуринский	Характерны дерново-подзолистые суглинистые, иногда хрящевато-щебнистые. Встречаются серые, темно-серые дерново-подзолистые, дерново луговые и лугово-черноземные
4	Сысертский	Серые, темно-серые дерново-подзолистые, дерново луговые и лугово-черноземные, оподзоленные черноземы
5	Шалинский	Преобладают бурые эродированные почвы склонов, дерново-подзолистые и подзолистые суглинистые
6	Невьянско-Тавдинский	Подзолистые и дерново-подзолистые суглинистые и глинистые почвы часто хрящевато-щебнистые. Встречаются серые, темно-серые дерново-подзолистые, дерново луговые и лугово-черноземные
7	Серовско-Гаринский	Преобладают болотные и заболоченные подзолистые и дерново-подзолистые суглинистые и глинистые
8	Горный	Преобладают подзолистые и дерново-подзолистые хрящевато-щебнистые и горные. На юге района серые лесные

Экономическая эффективность возделывания пшеницы яровой обусловлена влиянием множества факторов – от конъюнктуры внутреннего рынка, формирующего спрос и соответственно цену реализации до природно-климатических условий, определяющих в том числе показатель урожайности культуры. На территории Свердловской области выделяют 8 агропочвенных районов, которые характеризуются преобладанием определенных типов почвы и отличаются по агрометеорологическим условиям. Бонитет пашни колеблется от 50 (Серовско-Гаринский район) до 78 (Зауральский район) (табл. 1).

Почвенно-климатические условия основных сельскохозяйственных районов, за исключением горного агропочвенного района, в полной мере соответствуют биологическим требованиям возделывания нового сорта яровой пшеницы Екатерина. Также авторы сорта не рекомендуют его высевать в предприятиях Шалинского и Серовско-гаринского природных районов (табл. 2).

Сорт пшеницы Екатерина сочетает высокую урожайность и общую адаптивную способность, что свидетельствует о высокой реализации потенциальных возможностей в широком спектре почвенно-климатических условий.

Кроме того, различные погодные и хозяйственно-экономические условия могут обусловить необходимость применения либо отказа от тех или иных агротехнологических приемов возделывания. Так, применение интенсивных технологий выращивания яровой пшеницы увеличивает чистый доход на 1 гектар с 8,5 тыс. руб. до 12,1–19,7 тыс. руб. (табл. 3).

Таблица 2 – Оценка уровней урожайности сорта Екатерина для разработки агротехнологий

Параметр	Агропочвенные районы Свердловской области							
	Шалинский	Горный	Серовско-Гаринский	Невьянско-Тавдинский	Предуральский	Сысертский	Зауральский	Алапаевско-Слободо-Туринский
Бонитет почв, балл	52	57	50	59	65	64	78	67
Уровень урожайности, т/га								
Генетический потенциал сорта					2,6–6,7	2,9–6,1	3,3–4,6	
Возможный урожай	2,1–2,2	2,1–2,4	1,7–2,1	2,5–2,7	2,5–3,0	2,8–2,9	3,4–3,6	2,9–3,1
Урожайность при разных агротехнологиях, т/га								
Экстенсивная	1,2–1,5		1,2–1,4	1,3–1,6	1,4–1,9		1,5–1,9	
Традиционная	1,7–2,2		1,6–2,2	1,8–2,4	2,0–2,5		2,0–2,6	
Интенсивная	2,6–3,2		2,5–3,1	2,7–3,6	2,6–3,8		2,7–4,5	

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства семян яровой пшеницы в Свердловской области

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	технологии			
			экстенсивная	применяемая (традиц.)	интенсивная	
					вариант 1-й	вариант 2-й
1	Урожайность	ц/га	17	22	30	45
2	Прирост произведенного объема	ц/га	х	5	13	28
3	Цена реализации семян РС	руб./ц	1500,0	1500,0	1500,0	1500,0
4	Стоимость продукции	руб./га	25500,0	33000,0	45000,0	67500,0
5	Стоимость дополнительной продукции с 1 га	руб./га	х	7500,0	19500,0	42000,0
6	Производственные затраты в расчете на 1 га	руб./га	17022,9	18732,0	32894,2	47774,5
7	Себестоимость 1 ц семян (в весе после доработки)	руб./ц	1137,9	956,7	1218,3	1166,7
8	Дополнительные затраты на 1 га	руб./га	х	1709,1	15871,3	30751,6
9	Условный чистый доход на 1 га	руб./га	8477,1	14268,0	12105,8	19725,5
10	Уровень рентабельности	%	49,8	76,2	36,8	41,3
11	Окупаемость дополнительных затрат	руб.	х	8,35	0,76	0,64

Расчеты показывают, что затраты на 1 гектар производства продукции по экстенсивной технологии составили 17,0 тыс. руб., по интенсивным технологиям различных вариантов 32,9 тыс. и 47,7 тыс. руб. соответственно. Уровень рентабельности при различных технологиях выращивания яровой пшеницы варьирует от 36,8 до 76,2 %.

Анализ полученных данных позволяет сказать, что при использовании интенсивных технологий производства яровой пшеницы сорта Екатерина повлекло увеличение объемов применения минеральных удобрений и средств защиты растений. В структуре затрат наблюдается увеличение расходов по данным статьям с 1,2 до 53,7 %. При этом затраты на приобретение семенного материала сохраняются на одном уровне, а в структуре показатель снижается с 29,4 до 10,5 %.

Сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности; это фактор, без которого невозможно реализовать в земледелии достижения науки и техники, то есть эффективно использовать машины, удобрения, мелиорацию земель. В связи с этим подбор сортов для реальных природно-климатических условий возделывания имеет важное значение для производства.

Выводы

1. Наиболее приемлемый путь повышения рентабельности выращивания яровой пшеницы – это увеличение урожайности за счет использования сорта с высоким адаптивным потенциалом и совершенствования технологии возделывания, а также снижение себестоимости продукции.

2. Сорт является самым доступным и дешевым средством повышения урожайности. Доля затрат на приобретение семенного материала при различных технологиях производства яровой пшеницы снижается с 29,4 до 10,5 %.

3. Изучение сортовых особенностей реакции растений на условия внешней среды очень важно как с селекционной, так и с агроэкологической точки зрения. В ходе этих исследований выявляется, при каком сочетании хозяйственных и биологических признаков почвенно-климатические ресурсы в зоне возделывания сорта могут быть использованы с наибольшей эффективностью.

Список литературы

1. Приказ от 25 июня 2007 г. № 342 «О концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года».

2. Гехт И. А., Кислицкий М. М., Парфенов М. И. «Дорожная карта» трансформации системы потребительской кооперации как института социального и экономического развития // Агропродовольственная политика России. 2015. № 3(15). С. 14–16.

3. Векшина Ю. А., Филиппов Д. Е. Развитие торгово-экономической интеграции (на примере таможенного союза ЕВРАЗЭС) // Проблемы и перспективы развития регионов и предприятий в условиях глобализации экономики. Уфа, 2014. С. 47–51.

4. Крючков А. Г. Основные принципы и методология агроэкологического районирования зерновых культур в степи Южного Урала. М., 2006. 707 с.

5. Характеристика нового сорта яровой пшеницы Екатерина и технология его возделывания в условиях Среднего Урала (практические рекомендации) / Н. Н. Зезин [и др.]. Екатеринбург, 2016. 30 с.

6. Зыкин В. А., Белан И. А., Россев В. М. Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность в условиях Западной Сибири: особенности, результаты, перспективы // Проблемы селекции и семеноводства полевых культур в Западной Сибири и Казахстане. Барнаул, 2001. С. 21–31.

7. Лоскутов И. Г. Овес (Avena L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб, 2007. 336 с.

8. Поспелова Л. В. Урожайность и посевные качества семян различных сортов ячменя в условиях учхоза «Уралец» // Сборник научных трудов УрГСХА. Екатеринбург, 2001. С. 111–117.

9. Чепелев В. П., Шорохова А. И. Реакция ячменя на условия выращивания в регионе Среднего Урала // Сборник научных трудов УрГСХА. Екатеринбург, 2001. С. 344–345.

10. Халимуллин Г. А., Семин А. Н. Система ведения сельского хозяйства Свердловской области. Екатеринбург, 2000. 491 с.

11. Максимов Р. А. Современные проблемы адаптивной селекции ячменя на Среднем Урале // Сборник статей международной конференции, посвященной 55-летию Уральского НИИСХ. Екатеринбург, 2011. С. 465–466.

12. Коданев И. М. Повышение качества зерна. М. : Колос, 1976. 304 с.

13. Неттевич Э. Д. Выращивание пивоваренного ячменя. М. : Колос, 1981. 217 с.

14. Ковалев Л. Г. Некоторые приемы улучшения урожайных качеств семян озимой пшеницы, ярового ячменя в условиях Ворошиловградской области : автореф. дис. … канд. наук. Харьков, 1972. 19 с.

15. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Пущино, 1994. 54 с.

16. Борисонник З. Б., Мусатова А. Г., Галаницкая О. И. Урожайность ярового ячменя в зависимости от метеорологических условий и агротехнических факторов // Докл. ВАСХНИЛ. 1989. № 1. С. 10.

Шанин Александр Андреевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: shanin.a@list.ru.

Гусева Лидия Валентиновна, канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: uralniishoz@mail.ru.

Мальцев Николай Васильевич, д-р экон. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».

E-mail: nikolai_malcev@mail.ru.

* * *

УДК 633.491:631.52

ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Е. П. Шанина, Е. М. Клюкина, М. А. Стафеева, Л. Б. Сергеева, Н. А. Кипрушкина, Н. В. Масленина

Приведены показатели качества клубней картофеля уральской селекции, дана оценка биохимическим показателям: крахмал, протеин, витамин С, сахара, нитраты. Доказано, что содержание крахмала в клубнях картофеля зависит от ряда факторов: особенностей сорта, агроэкологических и климатических условий, технологии выращивания, длины вегетационного периода, удобрений и условий хранения. Раннеспелые сорта, как правило, содержат крахмала меньше, чем позднеспелые. Выделены сорта картофеля: с высоким содержанием крахмала в клубнях картофеля – Оригинал и Барон; с высоким содержанием протеина – Оригинал; низким сахаров – Старт и Барон; с высоким содержанием витамина С – Ирбитский, Амур и Каменский. У раннеспелого сорта картофеля Барон преодолена отрицательная корреляционная зависимость между раннеспелостью и высоким содержанием крахмала. Наиболее экологически устойчивый показатель – содержание в клубнях крахмала, средняя степень варьирования характерна для протеина, витамина С и сахаров. В зависимости от условий выращивания значительно изменяется накопление нитратов. После шести месяцев хранения проведена оценка сортов по биохимическим показателям. Показано, что содержание протеина изменяется незначительно; идет накопление сахаров; происходит снижение витамина С в клубнях; значительно уменьшается содержание нитратов.

Ключевые слова: картофель, сорт, клубни, качество, биохимические показатели, крахмал, протеин, нитраты, стабильность.

Основные задачи современной селекции картофеля по созданию сортов, отвечающих высоким требованиям потребительского рынка, связаны со значительным расширением числа признаков, по которым ведется подбор, гибридизация и отбор селекционного материала. Новые и перспективные направления селекции включают комплекс показателей, определяющих пригодность к переработке на различные картофелепродукты и полуфабрикаты, повышение содержания белка, антиоксидантов, каротина, витаминов, вкусовых качеств в сочетании с высоким уровнем устойчивости к нематоде, колорадскому жуку, биотическим и абиотическим стрессам и высокой урожайностью [1, 2].

Одним из определяющих факторов конкурентоспособности, целевого использования картофеля считается его качество, которое обусловлено наличием и соотношением в клубнях химических компонентов [3]. Биохимический состав клубней картофеля в значительной степени зависит от условий выращивания. При выведении новых сортов необходимо стремиться к созданию генотипов, отличающихся не только высокими качественными показателями, но и стабильностью этих признаков в различных условиях выращивания [4].

Общеизвестно, что содержание крахмала и сухого вещества определяет пищевую ценность картофеля, выход товарной продукции при производстве крахмала, спирта, а также качество продуктов переработки: чипсов, сухого картофельного пюре, картофельной стружки, гранул и др. [5].

Цель исследований. Оценка селекционного материала по биохимическим показателям. Решение вопроса улучшения биохимического состава клубней: повышению содержания в клубнях сухого вещества, крахмала, сырого протеина, витамина С, снижению редуцирующих сахаров и нитратов.

Материалы и методы

Экспериментальная работа проведена в 2012–2015 гг. в ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (г. Екатеринбург). Период вегетации 2012 г. был жарким и засушливым, ГТК (гидротермический коэффициент) составил 1,1, осадков выпало 212 мм. За 10 °С период накопилось 2214 °С положительных температур, что на 365 °С больше нормы. В 2013 г. сумма положительных температур и осадки были близки к норме. Вегетационный период 2014 г. характеризовался в целом избыточным увлажнением (ГТК – 2,1) и невысокими температурами воздуха (1690 °С). В 2015 г. также было сыро и холодно. Севооборот 3-польный. Предшественник – сидеральный пар. Закладка опытов была проведена во второй декаде мая по «Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [6] и в соответствии с «Методикой исследований по культуре картофеля» [7]. Площадь питания одного растения 75 х 30 см. Стандартные сорта: ранний – Барон; среднеранний – Невский. Урожай и его структуру при уборке учитывали взвешиванием, крахмал – по удельному весу. В аналитической лаборатории определяли: содержание азота по Къельдалю, сахара – эбулиостатически, аскорбиновую кислоту – по Мурри, нитраты – ионометрическим методом. Изучаемые сорта селекции ФГБНУ «Уральский НИИСХ»: Амур, Барон, Браво, Горняк, Ирбитский, Каменский, Люкс, Оригинал, Отрада, Старт.

Результаты исследований

Качество – главный критерий производства любого вида продукции, в том числе и картофеля. Можно вырастить высокий урожай, а эффективность окажется нулевой, если клубни будут иметь низкие потребительские показатели. По этой причине в селекции картофеля на Среднем Урале большое внимание всегда уделялось и уделяется вопросам улучшения биохимического состава клубней, вместе с тем, сорта должны отличаться не только высокими качественными показателями, но и количественными, вне зависимости от условий выращивания. В аналитической лаборатории института ежегодно исследуется до 250 образцов картофеля различных групп спелости. В клубнях определяется содержание сухого вещества, крахмала, сырого протеина, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов, тяжелых металлов.

Результаты исследований показали, что у высокоурожайных сортов картофеля Люкс (49,2 т/га), Браво (48,2 т/га) содержание крахмала в клубнях соответствует требованиям столовых сортов (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность, биохимические показатели сортов картофеля, 2012–2015 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	*V, %*	Содержание крахмала, %	*V, %*	Содержание протеина, %	*V, %*
Невский (st.)	25,0	*16,4*	12,3	*10,0*	3,19	*5,9*
Барон (st.)	32,9	*14,3*	16,0	*15,0*	2,81	*16,7*
Амур	39,7	*5,4*	14,6	*3,7*	2,58	*5,9*
Браво	48,2	*9,4*	14,3	*5,3*	2,58	*12,5*
Горняк	40,9	*16,8*	12,5	*11,7*	2,81	*14,3*
Ирбитский	45,4	*30,3*	13,6	*16,0*	2,67	*11,4*
Каменский	40,1	*28,0*	15,2	*0,7*	2,61	*20,1*
Люкс	49,2	*24,4*	13,2	*7,1*	2,73	*5,6*
Оригинал	30,2	*18,7*	21,2	*5,9*	3,06	*14,6*
Отрада	46,5	*18,3*	15,4	*7,9*	2,88	9,4
Старт	42,1	*18,7*	13,4	*11,5*	2,92	*5,9*

Содержание крахмала картофеля зависит от ряда факторов: особенностей сорта, агроэкологических и климатических условий, технологии выращивания, длины вегетационного периода, удобрений и условий хранения. Раннеспелые сорта, как правило, содержат крахмала меньше, чем позднеспелые. Большую ценность представляют те сорта, у которых крахмалистость изменяется незначительно в зависимости от различных факторов. Содержание крахмала у картофеля типично для каждого сорта и вида. В условиях Среднего Урала содержание крахмала в клубнях варьирует от 9 до 24%. Ежегодно высокое содержание крахмала накапливают при низкой вариации признака следующие сорта: среднеспелый Оригинал – 21,2% (*V* – 5,9%) и ранний сорт Каменский – 15,2 (*V* – 0,7%). Создание сортов картофеля с высоким содержанием крахмала связано с большими трудностями. Ранее считалось, что из-за отрицательной корреляции совместить такие признаки, как скороспелость и урожайность с высоким содержанием сухих веществ, практически невозможно; позднее такие формы были созданы. В результате изучения закономерностей наследования методом насыщающих скрещиваний создан раннеспелый, слабовосприимчивый к картофельной нематоде сорт Барон, сочетающий раннеспелость, урожайность, высокое содержание крахмала, протеина и хорошие вкусовые качества. В среднем за 2012–2015 гг. содержание крахмала у сорта Барон составило 16,0% при коэффициенте вариации *V* – 15,0%; самое высокое накопление крахмала – 20,1% было в 2012 году, когда в период активного клубнеобразования было жарко и сухо.

Картофель – важнейший источник пищевого белка, который более полноценный, чем другие белки растительного происхождения. Для практических целей в клубнях картофеля определяют содержание не чистого белка, а сырого протеина, включающего в свой состав белковые и небелковые азотистые соединения (амиды или свободные аминокислоты). Содержание сырого протеина, как и других биохимических показателей, зависит от климата, почвы, удобрений, технологии и сорта. Широта вариации по содержанию белка для культурного картофеля равна 1-4%, при этом формы с 4% сырого белка встречаются очень редко. В наших исследованиях по изучению биохимического состава селекционных форм картофеля выделен высокобелковый сорт Оригинал (3,06%), с коэффициентом вариации 14,6%. Стандартный сорт Невский отличается стабильным высоким проявлением данного признака по годам – 3,19% (*V* – 5,9%).

Количество сахаров в клубнях значительно колеблется в зависимости от сорта, состояния клубней, продолжительности и условий хранения. В зрелых клубнях, хранящихся в оптимальных условиях, сахаров бывает мало – до 1%. При длительном хранении картофеля при низкой температуре (около 0,5 °С) в клубнях накапливается до 4–5% сахаров. Содержание простых сахаров в созревших клубнях картофеля невысокое и составляет 0,5–1,3% на сырое вещество. Это в основном глюкоза, фруктоза и сахароза. Выделены сорта с низким содержанием сахаров: Старт – 0,20% (*V* – 6,5%), Барон – 0,29% (*V* – 12,5%) (табл. 2).

Наиболее высокое содержание в картофеле витамина С, который находится в клубнях

Таблица 2 – Биохимические показатели клубней картофеля, 2012–2015 гг.

Сорт	Содержание сахаров, %	*V, %*	Содержание витамина С, мг %	*V, %*	Накопление нитратов, мг/кг	*V, %*
Невский (st.)	0,47	*8,9*	22,9	*18,4*	254	*37,7*
Барон (st.)	0,29	*12,5*	23,9	*17,7*	170	*83,8*
Амур	0,55	*8,3*	26,4	*13,3*	133	*32,7*
Браво	0,36	*45,8*	21,0	*15,7*	217	*41,3*
Горняк	0,36	*37,4*	22,4	*16,0*	207	*30,9*
Ирбитский	0,37	*20,5*	26,9	*15,3*	222	*59,6*
Каменский	0,49	*26,7*	26,3	*20,9*	163	*69,3*
Люкс	0,48	*3,7*	21,4	*28,1*	226	*60,0*
Оригинал	0,56	*26,9*	22,4	*33,7*	95	*62,3*
Отрада	0,43	*8,0*	22,2	*12,3*	221	*61,2*
Старт	0,20	*6,5*	25,7	*13,5*	205	*27,2*

В аналитической лаборатории Уральского НИИСХ ежегодно исследуется до 250 образцов картофеля различных групп спелости. В клубнях определяется содержание сухого вещества, крахмала, сырого протеина, суммарного белка, витамина С, редуцирующих сахаров, нитратов, тяжелых металлов.

Е. П. Шанина, Е. М. Клюкина, М. А. Стафеева, Л. Б. Сергеева, Н. А. Кипрушкина, Н. В. Масленина

в основном в форме аскорбиновой и незначительно дегидроаскорбиновой кислот. Содержание аскорбиновой кислоты зависит от сорта, почвенно-климатических условий и технологии возделывания картофеля. С высоким проявлением признака выделены сорта Ирбитский (26,9 мг %), Амур (26,4 мг %) и Каменский (26,3 мг %).

Дождливая погода в 2014–2015 гг. способствовала низкому накоплению нитратов в клубнях картофеля (20–140 мг/кг). В засушливый 2012 год повышается содержание нитратов (до 358 мг/кг), в 2013 году накопление нитратов отмечено в пределах ПДК (250 мг/кг), значения близки к норме. Такая разница биохимического состава по годам объясняется не только экологической неустойчивостью сортов, но и подтверждает отрицательное влияние резких колебаний температурного режима и влажности по годам и периодам роста растений.

Наиболее экологически устойчивый показатель – содержание в клубнях крахмала, коэффициент вариации которого в среднем за годы испытания в зависимости от сорта составил 0,7–16,0 %. Средняя степень варьирования характерна для протеина (V – 5,6–20,1 %), витамина С (V – 13,3–33,7 %) и сахаров (3,7–45,8 %). В зависимости от условий выращивания значительно изменяется накопление нитратов (V – 27,2–83,8 %).

Большое влияние на качество картофеля оказывают условия хранения, при которых важно сохранить питательные вещества в максимальном количестве. После шести месяцев хранения проведена оценка сортов по биохимическим показателям. Показано, что содержание протеина изменилось незначительно. Содержание сахаров оказывает существенное влияние на вкусовые, кулинарные и технологические свойства картофеля. Накопление сахаров в картофеле, при оптимальной для ранних сортов температуре хранения 2–3 °С, обусловлено скоростью реакции углеводного обмена – распадом крахмала до сахаров. В нашем случае оценка клубней проводилась без рекондиционирования; у двух сортов Барон и Каменский наблюдается незначительное накопление сахаров. Существенное ухудшение цвета и других технологических свойств картофеля наступает уже при содержании сахаров 1,0–1,5 %; при 2,0 % ощущается сладкий привкус. В период зимнего хранения происходит незначительное снижение витамина С в клубнях – на 2,9–5,0 мг %. После шести месяцев хранения значительно уменьшилось содержание нитратов у сортов – Каменский, Ирбитский, практически на одном уровне остался данный показатель у сорта Старт.

Выводы

В результате исследований установлено, что к наиболее стабильным биохимическим показателям на Среднем Урале относятся содержание в клубнях крахмала, протеина; нестабильное – содержание нитратов. С высоким содержанием в клубнях крахмала выделен среднеспелый сорт Оригинал; у раннеспелого сорта картофеля Барон преодолена отрицательная корреляционная зависимость между раннеспелостью и высоким содержанием крахмала. Низким накоплением сахаров отличаются раннеспелые сорта Старт и Барон. С высоким проявлением признака содержания витамина С выделены среднеранние сорта Ирбитский, Амур и ранний Каменский. Низким накоплением нитратов отличается сорт картофеля Оригинал.

Список литературы

1. Банадысев С. А. Эффективность новых принципов организации и элементов технологии семеноводства картофеля // Картофелеводство. 2002. Вып. 11. С. 248–258.

2. Яшина И. М., Склярова Н. П., Симаков Е. А. Результаты использования генетических источников из коллекции ВИР в селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям // К 80-летию мировой коллекции картофеля ВИР : труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб, 2007. Т. 163. С. 118–135.

3. Альсмик П. И. Селекция картофеля в Белоруссии. Минск : Ураджай, 1979. 128 с.

4. Козлова Л. Н., Колядко О. М. Биохимическое качество селекционного материала // Вопросы картофелеводства : матер. науч. конф. молодых ученых стран СНГ, посвящ. 110-летию со дня рожд. А. Г. Лорха. М., 1999. С. 22–24.

5. Schick R., Hopfe A. Die Zuchtung der Kartoffel // Die Kartoffel. Ein Handbuck herausgegeben von Rudorlf Schick und Maximilian Klinkowski. VEB Deutscher Zandwirtschaftsverlag. 1962. Bd. 11. S. 1461–1583.

6. Методика Государственного сортоиспытания с/х культур. М., 1975. 186 с.

7. Методика исследований по культуре картофеля. М., 1967. 263 с.

Шанина Елена Петровна, д-р с.-х. наук, доцент, зав. отделом селекции картофеля, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Клюкина Елизавета Матвеевна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Стафеева Мария Александровна, научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: stafeeva-marija@mail.ru.

Сергеева Людмила Борисовна, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: sergeevaludmilarogoz@rambler.ru.

Кипрушкина Нина Александровна, научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Масленина Надежда Васильевна, научный сотрудник аналитической лаборатории, ФГБНУ «Уральский НИИСХ».
E-mail: shanina08@yandex.ru

* * *

УДК 620.91(430)

ANALYSE DER SCHLÜSSELFAKTOREN ZUR ENTWICKLUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN DEUTSCHLAND

D. Kuznetsov, H. Mennen

Erneuerbare Energien werden global die fossilen Energieträger und die Kernbrennstoffe ersetzen. In diesem Beitrag werden die Schlüsselfaktoren zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland mit dem Schwerpunkt Stromerzeugung dargestellt. Ziel dieser Arbeit ist es mittels systematischer Verfahren die Schlüsselfaktoren und Tendenzen in der Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland aufzuzeigen. Dazu gehören historische und gesellschaftliche Entwicklungen, gesetzliche Grundlagen, Datenanalysen und die Perspektiven für erneuerbare Energien in Deutschland. Beim Vergleich der größten Wirtschaftsnationen zum Ausbau der erneuerbaren Energien nahm Deutschland für viele Jahre eine Führungsrolle ein. Der erzeugte Strom aus Windenergie, Biomasse, Photovoltaik und Wasserkraft betrug 2015 erstmals mehr als 30 Prozent. Mit zwei Gesetzen (Stromeinspeisungsgesetz und Erneuerbare-Energien-Gesetz) wurden die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen für den Erfolg der erneuerbaren Energien geschaffen. Aufgrund des technischen Fortschritts wurden sie gegenüber fossilen Energieträgern immer leistungsfähiger und günstiger. Mit einer günstigeren Umweltbilanz tragen erneuerbare Energien zu einer Verringerung von CO_2 Emissionen und zu einer dezentralen Energieversorgung bei.

Schlüsselwörter: erneuerbare Energien Deutschland, Entwicklung der erneuerbaren Energien, technischer Fortschritt, gesetzliche Grundlagen, Windenergie, Photovoltaik, Biomasse, Wasserkraft, nachhaltige Entwicklung.

Die Energieversorgung ist eine vorrangige Aufgabe in einem Gemeinwesen. Die Stromproduktion des 20. Jahrhunderts begründete sich vorwiegend auf die fossilen Energieträger wie Kohle, Erdöl, Erdgas und auf Kernbrennstoffe. Die unterschiedlich verteilten Ressourcen und der Energiebedarf waren in den letzten 150 Jahren oft Ursachen für internationale Konflikte. Die im Laufe von Millionen Jahren entstandenen fossilen Energien und die Kernbrennstoffe sind begrenzt und bei steigendem Bedarf in absehbarer Zukunft erschöpft. Gravierender ist jedoch die Umweltbelastung der bisherigen Energienutzung. In der Atmosphäre stieg der CO_2 Gehalt in den letzten 100 Jahren von 280 ppm auf 400 ppm und trägt somit zur Erwärmung der Erde bei [1]. Die dabei schmelzenden Gletscher und Eismassen lassen global den Meeresspiegel ansteigen. Schon heute spricht man vom bevorstehenden Untergang tiefgelegener Küstenlandschaften und Inselstaaten wie Kiribati, Tuvalu und den Malediven. Ein genereller Klimawandel, der manche Regionen der Erde in lebensfeindliche Zonen verwandeln wird, steht bevor, wenn es nicht gelingt, die CO_2 Emissionen deutlich zu verringern. Auch die Entsorgung des radioaktiven Mülls wie z.B. von Kernkraftanlagen ist nicht gelöst. Die Katastrophen in Tschernobyl und Fukushima zeigen, dass Technologien mit Kernbrennstoffen zu viele

Gefahren in sich bergen. Ein Umdenken zu einer nachhaltigeren Energieerzeugung ist notwendig.

Einen Ausweg aus dieser Situation bieten die erneuerbaren Energien. Darunter versteht man Energieträger, die praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich relativ schnell erneuern. Damit unterscheiden sie sich von den fossilen Energieträgern, die sich erst nach Millionen von Jahren regenerieren. Erneuerbare Energien können zur Erzeugung von Elektrizität, von Wärme, aber auch zur Mobilität benutzt werden. Bis zur beginnenden Industrialisierung waren das Heizen mit Holz und die Energiegewinnung mit Windmühlen und Wasserrädern von großer Bedeutung, bis sie von fossilen Energien zurückgedrängt wurden. Heute rechnet man zu den erneuerbaren Energien Solarthermie, Photovoltaik, Windenergie, Hydroenergie aus Strömungen, Tiden und Wellenbewegungen, Geothermie sowie Bioenergie.

Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland

Deutschland ist für besonders zahlreiche technologische Innovationen bekannt. Schon in den späten 40er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde erfolgreich mit selbst erzeugtem Biogas experimentiert, das zum Heizen und als Treibstoff für Motoren verwendet wurde [2]. Die Windenergie ist eine der ältesten vom Menschen genutzten Energieformen, die in der Schifffahrt und in der Mühlentechnik von besonderer Bedeutung waren. Von 1983 bis 1987 wurde in Norddeutschland die erste große Windkraft-Anlage GROWIAN getestet, die mit 3 MW Nennleistung weltweit die größte Anlage war [3]. Aus den Versuchen konnten wichtige Ergebnisse für zukünftige Anlagen gewonnen werden.

Ende der 60er Jahre verstärkten sich in Deutschland die Aktivitäten einer außerparlamentarischen Opposition und kurz darauf von Umweltbewegungen wie z.B. BUND, NABU und Greenpeace. Auslöser dafür waren eine zunehmende Unzufriedenheit mit der Politik und Sorgen um die Umwelt. In den 70er und 80er Jahren gab es zahlreiche Demonstrationen gegen die Kernenergie, die von vielen Menschen als gefährlich angesehen wurde. 1973 löste der Jom-Kippur Krieg im Nahen Osten eine Ölkrise aus. Mit der reduzierten Ölförderung stiegen die Kraftstoffpreise stark an. Ende 1973 wurden in Deutschland sogar Fahrverbote erlassen. Dieses Ereignis und das kurz zuvor erschienene Buch „Grenzen des Wachstums“ des Club of Rome [4] schärften bei vielen Menschen das Bewusstsein, dass die Rohstoffressourcen begrenzt sind. Damit entwickelte sich ein verstärktes Interesse an erneuerbaren Energien. Dieses zeigte sich durch Fachpublikationen, vermehrte Forschung und mit der Gründung der Partei „die Grünen“ im Jahr 1980.

Eine bedeutende Persönlichkeit, die sich erfolgreich für erneuerbare Energien einsetzte, war der SPD Politiker Dr. Hermann Scheer. Er war Mitbegründer des internationalen Vereins EUROSOLAR, der EUROSOLAR Parlamentariergruppe im Deutschen Bundestag, des Weltrats für Erneuerbare Energien (WCRE) und der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA). Er initiierte mehrere wichtige Gesetze und wurde für seine Verdienste mit dem alternativen Nobelpreis ausgezeichnet [5].

Gesetze für erneuerbare Energien

Mit dem Stromeinspeisungsgesetz, das von 1991 bis 2000 galt, wurden erstmals wichtige Grundlagen für den Erfolg der erneuerbaren Energien geschaffen. Mit dem Gesetz wurden die dominierenden Energiekonzerne Vattenfall, EON, RWE, ENBW verpflichtet, Elektrizität von kleineren Stromerzeugern zu kaufen und ins öffentliche Netz einzuspeisen. Die gesetzlichen vorgeschriebenen Mindestpreise waren jedoch noch zu niedrig und die Anlagen noch zu teuer, um einen Boom auszulösen. Das seit 2000 geltende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) brachte eine entscheidende Wende. Das Gesetz garantiert für verschiedene erneuerbare Energieträger nach der Inbetriebnahme erhöhte Vergütungen, die für 20 Jahre gelten. Damit werden Anreize zur Markteinführung für erneuerbare Energien gegeben. Die Erfolge lassen sich sehr deutlich an den Entwicklungen für die Windenergie, Bioenergie und Photovoltaik nachweisen.

Das deutsche EEG diente in mehr als 100 Staaten als Kopiervorlage und ist damit ein sehr erfolgreiches Einführungsinstrument für erneuerbare Energien [7-8]. Weltweit werden in ca. 160 Staaten erneuerbare Energien durch gesetzliche Regelungen oder Subventionen unterstützt [9].

Seit 1990 nahm der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Quellen kontinuierlich zu (Abb. 1) und erreichte mit 30 % im Jahr 2015 einen Höhepunkt (Abb. 2).

Windenergie

Mit dem Stromeinspeisungsgesetz im Jahr 1991 und dem Erneuerbaren- Energien-Gesetz ab dem Jahr 2000 wurde in Deutschland zunehmend in die Stromerzeugung durch Windenergie investiert. Ende 2015 lieferten 26774 Windkraftanlagen on- und offshore in Deutschland etwa 13,3 % des

erzeugten Stroms [11]. Damit nimmt die Windenergie den ersten Platz unter den erneuerbaren Energien ein.

Die Abbildung 3 zeigt die installierte Leistung von Windkraftanlagen und die damit verbundenen Stromerträge.

Bemerkenswert sind die erheblichen Schwankungen aufgrund unterschiedlicher Windangebote. So sind die Jahre 2008 und 2009 als relativ windarm zu bewerten, während das Jahr 2015 mit einem hohen Windangebot Rekorderträge bescherte.

Da die Investitionskosten für Windkraftanlagen relativ hoch sind, werden erhöhte Anfangsvergütungen pro erzeugte kWh gezahlt. Diese reduzieren sich nach fünf Jahren auf die Basisvergütungen, die für 15 weitere Jahre gültig sind (Abb. 4).

Obwohl sich die Basispreise für Strom bei Neuinstallationen kontinuierlich verringerten, wurden weiterhin viele Windkraftanlagen gebaut. Dabei wurden in den letzten Jahren viele Altanlagen durch leistungsfähigere und oft größere Neuanlagen (Repowering) ersetzt (Abb. 5).

Hinzu kommen neue Offshore-Windparks in der Nord- und in der Ostsee, wo ein besseres Windangebot besteht. Für Repowering und Offshore-Windparks gelten gesonderte Vergütungsregelungen.

Photovoltaik

Der Gesetzgeber sah voraus, dass im Laufe der Jahre neue Anlagen aufgrund des technischen Fortschritts immer preiswerter und leistungsfähiger werden (Abb. 6).

Die Grafik zeigt eine deutliche Verringerung der Preise für Solarstromanlagen in den letzten 10 Jahren. Diese Entwicklung ist auch aufgrund geringerer Stückkosten bei einer Massenproduktion und auf eine starke Konkurrenz aus Ostasien zurückzuführen. Schon bei der ersten Fassung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes im Jahr 2000 war eine Absenkung der für 20 Jahren gültigen Vergütungssätze bei späteren Inbetriebnahmen vorgesehen (Abb. 7).

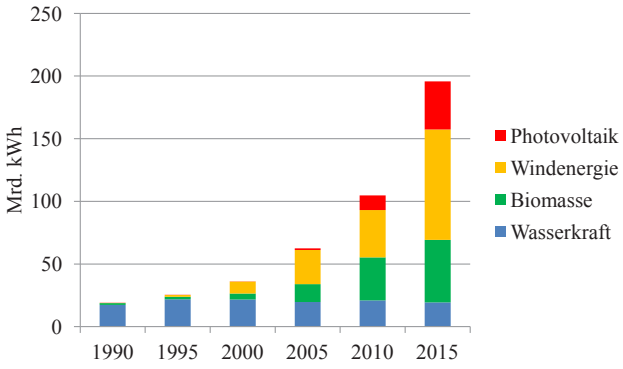


Abb.1. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland (Quelle: BMWI 2016 [6])

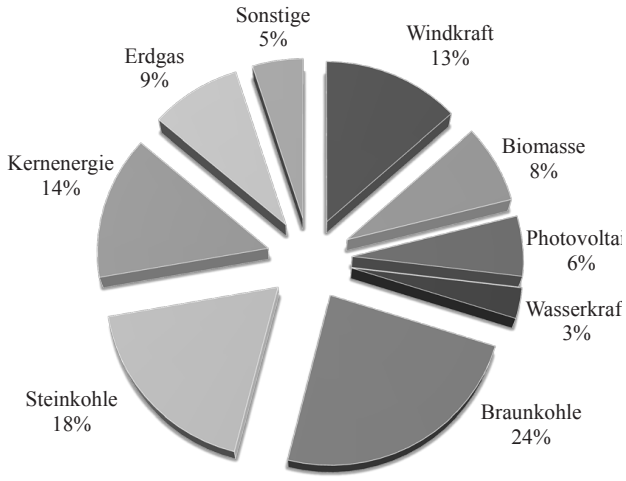


Abb. 2. Der Strommix in Deutschland 2015 (Quelle: BDEW 2015 [10])

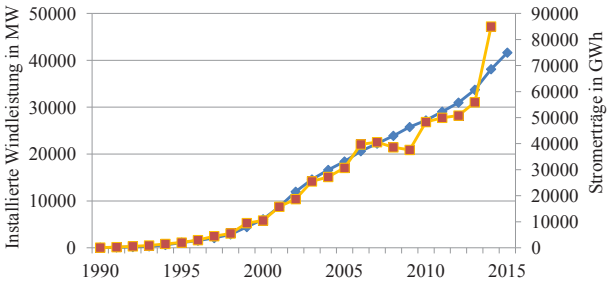


Abb. 3. Installierte Windenergieleistung in MW und Stromerträge in GWh von 1990 bis 2015 (Quelle: BWE 2016 [12])

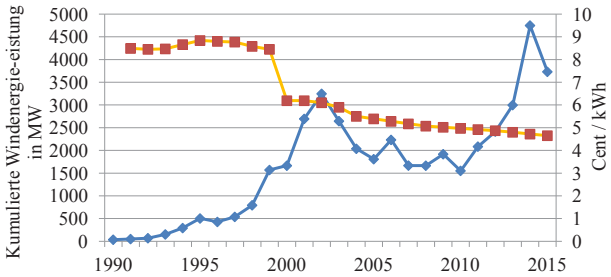


Abb. 4. Jährliche Neuinstallationen und Basispreise für Windstrom von 1990 bis 2015 in Deutschland (Quellen: BWE 2016 [12], IWR 2007 [13], Windlexikon 2013 [14])

Mit den hohen Vergütungssätzen von 2000 bis 2006 wurden starke Impulse zum Kauf von Solarstromanlagen gegeben. Obwohl die Vergütungssätze anschließend bis 2012 stetig sanken, nahmen die Neuinstallationen noch zu. Der Boom für Installationen von Solarstromanlagen fand im März 2012 einen Höhepunkt. Dabei wurden besonders viele Anlagen auf Hausdächern von Eigenheimen installiert. Ab April 2012 wurden einige Rahmenbedingungen verändert und seitdem die Vergütungssätze in kürzeren Intervallen deutlich verringert. Damit verloren Investitionen in Photovoltaik an Attraktivität und es werden wesentlich weniger Anlagen installiert.

Es deuten sich jedoch technische Entwicklungen an, die Installationen zukünftiger wieder attraktiver machen. Vor dem Hintergrund, dass Strom für Privathaushalte beim Einkauf relativ teuer ist und neue preiswerte Stromspeicher für selbst erzeugten Strom auf den Markt kommen, werden Neuinstallationen zukünftig wieder interessant

Biomasse

Strom aus Biomasse nimmt derzeit unter den erneuerbaren Energien den zweiten Rang nach der Windenergie ein. Die wichtigste Technologie ist dabei die Umwandlung von Pflanzenmaterial und tierischen Abfällen zu Biogas, das mindestens zu 50 % aus Methan (CH_4) besteht.

Die Vergütung für Strom aus Biogas wurde bei den Reformen des EEG unterschiedlich geregelt. Bis 2011 galt eine sich allmählich verringernde Grundvergütung, die zunehmend durch Boni wie z.B. nachwachsende Rohstoff-Bonus, Gülle-Bonus, Technologie-Bonus, Landschaftspflege-Bonus, Luftreinhaltungs-Bonus und Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus ergänzt wurde. Bei der Grundvergütung wird außerdem nach Leistungen in kW_{el} unterschieden. Im Jahr 2012 wurden die meisten Boni abgeschafft und die Grundvergütung um etwa 3 Eurocent/kWh angehoben. Stattdessen gab es von 2012 bis 2014 Zuschläge für die Einsatzstoffklassen I (von nachwachsenden Rohstoffen) und II (von Gülle). Im Jahr 2014 wurde das EEG erneut reformiert, die Einsatzstoffklassen wieder abgeschafft. Seitdem gibt es nur noch einen Zuschlag für Gülle. Als Folge der neuen Bestimmungen werden nur noch wenige Anlagen gebaut In der Gesellschaft sind Biogasanlagen zunehmend umstritten, da der Pflanzenbau in der Umgebung durch eine starke Zunahme von Mais beeinflusst wird.

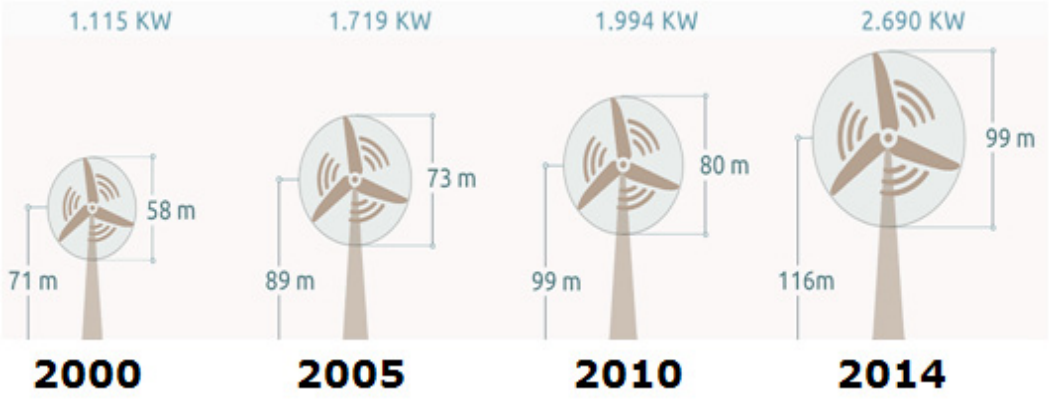


Abb. 5. Durchschnittsgrößen von neuen Windkraftanlagen und Leistungen 2000–2014 (Quelle: Stromreport 2016 [15])

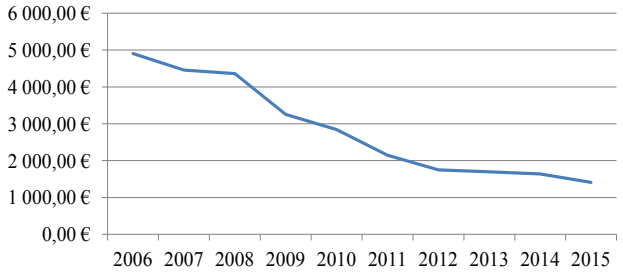


Abb. 6. Preise für Solarstromanlagen in Euro / kWp (Quellen: BSW (2013) [13] und Wattfox (2016) [17])

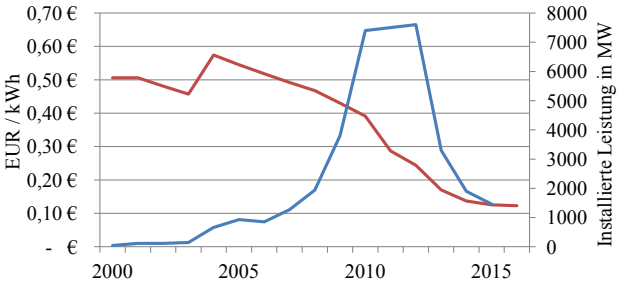


Abb. 7. Entwicklung der Vergütung für Solarstrom und der jährlich installierten Leistung für Photovoltaik

Wasserkraft

Die Wasserkraft ist global eine der am intensivsten genutzten Energiequellen. Ihr Anteil an der weltweiten Stromversorgung beträgt etwa 16% [21]. In Europa decken Norwegen, Island und Österreich ihren Strombedarf überwiegend aus Wasserkraft.

In Deutschland betrug 2012 die Stromproduktion aus Wasserkraft etwa 3,6% vom Bruttostromverbrauch. Die jährliche Stromgewinnung aus Wasserkraft schwankt um etwa 10 bis 15%, was mit den unterschiedlichen Niederschlagsmengen und der Wasserführung der Flüsse in Zusammenhang steht. In Deutschland sind 6.249 Kleinanlagen (kleiner als 1 MW), 406 größere Wasserkraftanlagen (mehr als 1 MW) und 31 Pumpspeicherkraftwerke bekannt [22].

Nach einer Analyse des Bundesministeriums für Umwelt werden vom gegenwärtigen Potential etwa 80% genutzt. Ein Leistungszuwachs wäre überwiegend durch Optimierungen, Modernisierungen und Reaktivierungen bestehender Anlagen möglich. Da in Deutschland eine lange Tradition zur Wasserkraftnutzung besteht, gibt es nur sehr wenige Möglichkeiten für den Bau von Anlagen an neuen Standorten.

Stromgestehungskosten im Vergleich

Bisher sorgte das EEG mit den für 20 Jahre garantierten Einspeisevergütungen für wirtschaftliche Anreize. Mit dem technischen Fortschritt werden Anlagen für neue Energien immer leistungsfähiger und preiswerter. Damit sinken die Stromgestehungskosten pro erzeugter kWh und die erneuerbare Energien werden im Vergleich zu fossilen Energien immer wirtschaftlicher. Daher wurden bei den Novellierungen des EEG die Vergütungen kontinuierlich verringert.

Das Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme verglich 2013 die Stromgestehungskosten an verschiedenen Standorten in Deutschland. Diese Kosten wurden anhand von Marktdaten zu spezifischen Investitionen, Betriebskosten und weiteren technischen und finanziellen Parametern ermittelt (Abb. 9).

Photovoltaik Anlagen in Deutschland erzielen je nach Anlagentyp (kleine Dachanlage oder auf einer Freifläche Stromgestehungskosten zwischen 0,078 und 0,142 Euro/kWh. Sie haben damit den Anschluss an die Kosten der anderen Technologien zur Stromerzeugung erreicht. In sonnenreicheren Regionen wie z.B. in Nordafrika würden PV Anlagen deutlich bessere Ergebnisse erzielen.

An sehr guten Onshore-Wind Standorten in Deutschland erzeugen heute schon Windenergieanlagen Strom zu geringeren Kosten als neue Steinkohle oder Gas- und Dampf- Kraftwerke.

Die Stromgestehungskosten für Biogas liegen zwischen 0,135 und 0,215 Euro/kWh. Eine Wärmenutzung wurde bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Aussichten

Im Jahr 2025 sollen 40 bis 45 Prozent des deutschen Stroms aus erneuerbaren Quellen stammen, im Jahr 2035 sollen es bereits 55 bis 60 Prozent sein.

In einem weiteren Schritt berechnete das Fraunhofer Institut die Stromgestehungskosten in Deutschland bis zum Jahr 2030.

Bei Photovolatik Anlagen erwartet man noch eine deutliche Verringerung der Stromgestehungskosten, so dass je nach Standort Werte von 0,055 bis 0,094 Euro/kWh erwartet werden.

Die Stromgestehungskosten von Onshore-Windenergieanlagen werden voraussichtlich nur noch wenig sinken. Bei Offshore Anlagen dagegen besteht ein sehr großes Kostenreduktionspotential, so dass für 2030 je nach Standort und Wind-angebot mit Kosten von 0,096 und 0,151 Euro/kWh ge-

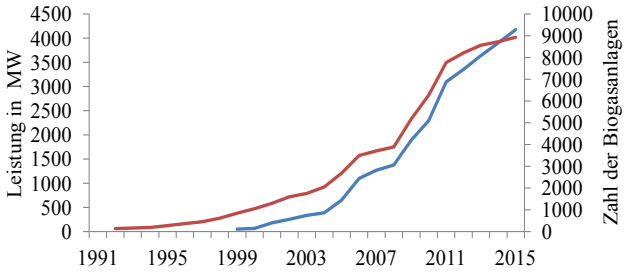


Abb. 8. Installierte Leistung und Zahl der Biogasanlagen in Deutschland (Quelle: Statista 2016 [19-20])

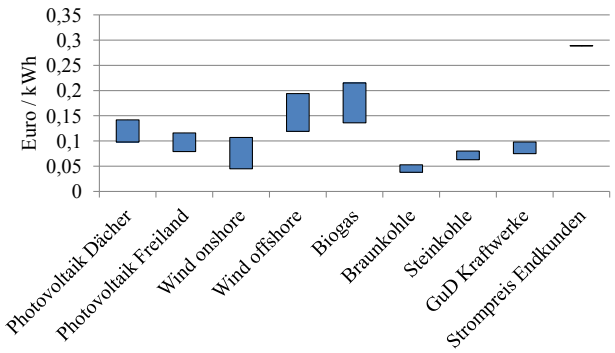


Abb. 9. Stromgestehungskosten in Deutschland im Jahr 2013 (Quelle: Fraunhofer ISE 2013 [23])

rechnet wird. Bei Biogas sind keine Kostenreduktionen zu erwarten.

Bei den fossilen Energieträgern dagegen werden steigende Erzeugungskosten für 2030 erwartet. Sie betragen für Braunkohle von 0,06 bis 0,08 Euro/kWh, für Steinkohle von 0,08 bis 0,11 Euro/kWh und bei Gas- und Dampfkraftwerken von 0,09 bis 0,12 Euro/kWh.

In der Studie des Fraunhofer Instituts bleiben neue Entwicklungen zum Speichern von Strom unerwähnt. Wenn sich preiswerte Stromspeicher für Privathaushalte auf dem Markt durchsetzen, eröffnen sich neue Möglichkeiten für eine dezentrale und erneuerbare Energieproduktion, die auch ohne EEG erfolgreich sind.

Literatur

1. David Bielo, 2013: 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels [Электронный ресурс] : Scientific American, 2013. [Elektronische Ressource] : [Website]. URL: http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/ (Letzter Zugriff: 17.02.2016).

2. Der Spiegel, 1949: Angenehmes Nebenprodukt – Kuh und Komposthaufen [Elektronische Ressource] Der Spiegel : [Website]. URL: http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-44435982.html (Letzter Zugriff: 15.03.2016).

3. Brück, Jürgen, 2007: 20 Jahre Windenergie an der Westküste, [Elektronische Ressource] Energieportal24. Portal für Energie und Umwelt und Bauen : [Website]. URL: http://www.energieportal24.de/artikel_2574.htm (Letzter Zugriff: 17.03.2016).

4. Meadows , Dennis L. et al., 1972, Limits to Growth, New York, a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind, Universe Books, 205 S.

5. Deutscher Bundestag – Abgeordnete 17.WP 2009-2013: Biographien Dr. Hermann Scheer [Elektronische Ressource] Deutscher Bundestag : [Website]. URL: http://webarchiv.bundestag.de/cgi/show.php?fileToLoad=3041&id=1223 (Letzter Zugriff: 20.03.2016).

6. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI), 2016: Zeitreihen zu erneuerbaren Energien in Deutschland [Elektronische Ressource] Informationsportal für erneuerbare Energie : [Website]. URL: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html (Letzter Zugriff 10.05.2016).

7. Max Plank Institut für chemische Energiekonversion und Agentur Zukunft, 2014: Das EEG – einsamer Rekord [Elektronische Ressource] Solarify Agentur Zukunft : [Website]. URL: http://www.solarify.eu/2014/03/15/017-das-eeg-einsamer-rekord/ (Letzter Zugriff: 20.03.2016).

8. Verlinden, Julia 2015: Ohne die Grünen gäbe es das EEG nicht. PV magazine [Elektronische Ressource] PV Magazine Deutschland : [Website]. URL: http://www.pv-magazine.de/nachrichten/details/beitrag/ohne-die-grnen-gbe-es-das-eeg-nicht_100018748/ (Letzter Zugriff: 22.03.2016).

9. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), 2016: (Renewables 2015 Global Status Report. [Elektronische Ressource] Renewable Energy Policy Network for the 21st centery. Global Status Report : [Website]. URL: http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/ (Letzter Zugriff: 20.03.2016).

10. Bundesverband der Deutschen Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), 2015: Strommix 2015: Stromerzeugung nach Energieträgern [Elektronische Ressource]Strom-Report.Zahlen.Daten.Fakten.Stromquellen im Vergleich : [Website]. URL: http://strom-report.de/strom-vergleich/#stromerzeugung-2015 (Letzter Zugriff: 13.03.2016)

11. Stromreport 2016: Windenergie in Deutschland [Elektronische Ressource] Strom-Report. Zahlen. Daten. Fakten. Windenergie. : [Website]. URL: http://strom-report.de/windenergie/#windenergie-entwicklung-2015 (Letzter Zugriff: 19.03.2016).

12. Bundesverband Windenergie (BWE) 2016, Installierte Windenergieleistung in Deutschland [Elektronische Ressource] Bundesverband Windenergie : [Website]. URL: https://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/installierte-windenergieleistung-deutschland# (Letzter Zugriff: 10.03.2016).

13. Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) 2007: EEG-Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien – Übersicht [Elektronische Ressource] Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien : [Website]. URL: http://www.iwr.de/re/wf/EEG%20Verguetung.htm (Letzter Zugriff: 19.03.2016).

14. Wind-Lexikon, 2013: Vergütungskategorientabelle [Elektronische Ressource] Das Lexikon zur Windtechnologie : [Website]. URL: http://www.wind-lexikon.de/cms/lexikon/106-lexikon-v/960-verguetungskategorientabelle.html (Letzter Zugriff: 28.02.2016).

15. Bundesverband Windenergie (BWE), 2016: Leistungssteigerung bei Windenergieanlagen [Elektronische Ressource] Bundesverband

Windenergie : [Website]. URL: https://www.windenergie.de/themen/technik-anlagen (Letzter Zugriff: 20.03.2016).

16. Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), 2013: Solarstromanlagen seit 2006 rund 67 % günstiger [Elektronische Ressource] Heizsparer : [Website]. URL: http://www.heizsparer.de/solar/photovoltaik/photovoltaik-wirtschaftlichkeit (Letzter Zugriff: 21.02.2016).

17. WattFox GmbH, 2016: Photovoltaik Angebotsvergleiche DE Preisindex. [Elektronische Ressource] Photovoltaik Angebotsvergleich : [Website]. URL: http://www.photovoltaik-angebotsvergleich.de/photovoltaik-kosten.html?ac05 (Letzter Zugriff: 12.03.2016).

18. Solarenergieförderverein, 2016: Vergütungsrechner für PV Anlagen [Elektronische Ressource] Solarenergieförderverein : [Website]. URL: http://www.sfv.de/rechner-eeg-verguetung/pv-verguetungsrechner_r.html (Letzter Zugriff: 12.05.2016).

19. Statista GmbH, 2016: Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2015 [Elektronische Ressource] Das Statistik-Portal : [Website]. URL: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/ (Letzter Zugriff: 21.03.2016).

20. Statista GmbH, 2016: Installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1999 bis 2015 (in Megawatt) [Elektronische Ressource] Das Statistik-Portal : [Website]. URL: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167673/umfrage/installierte-elektrische-leistung-von-biogasanlagen-seit-1999/ (Letzter Zugriff: 20.03.2016).

21. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftnutzung – Global [Elektronische Ressource] Umweltbundesamt : [Website]. URL: http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft (Letzter Zugriff: 03.05.2016).

22. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftanlagen in Deutschland [Elektronische Ressource] Umweltbundesamt : [Website]. URL: http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft (Letzter Zugriff: 03.05.2016).

23. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme 2013, Stromgestehungs-kosten erneuerbare Energien [Elektronische Ressource] Fraunhofer ISE : [Website]. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf (Letzter Zugriff: 14.05.2016).

Dmitrii Kuznetsov, Doktorand des Lehrstuhls für Elektrizitätsversorgung der Landwirtschaft, «Staatliche Agraruniversität Südural» (SAUSU), Institut für Agraringenieure (IAI).

E-Mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Hartwig Mennen, Doktor der Agrarwissenschaften, 1. Vorsitzender des Vereins LOGO e.V. und Freiberufler (Agrar und Umwelt Mennen Consult), (Lienen, Deutschland).

E-Mail: mennen@agrarumwelt.de.

* * *

УДК 620.91 (430)

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ГЕРМАНИИ

Д. С. Кузнецов, Х. Меннен

Возобновляемые источники продолжат заменять ископаемые энергоносители и ядерное топливо по всему миру. Представлены ключевые факторы развития возобновляемой энергетики Германии главным образом в производстве электроэнергии, а также историческое и социальное развитие, анализ данных и перспективы по возобновляемым источникам энергии. Цель работы: путем систематического подхода выявить ключевые факторы и тенденции в развитии возобновляемой энергетики Германии. Германия, среди крупнейших экономик мира долгие годы играла ведущую роль в возобновляемой энергетике. Производство электричества из ветра, биомассы, фотовольтаики и гидроэнергии составило более 30 % в 2015 году. С Законами О выдаче электроэнергии в сеть и О возобновляемых источниках энергии были созданы технические и экономические предпосылки для успешного внедрения возобновляемых источников энергии. Благодаря техническому прогрессу и низким затратам производства, установки на базе возобновляемых источников энергии будут все более производительными и по сравнению с ископаемыми энергоносителями более выгодными. Проведение экологических аудитов способствует снижению выбросов углекислого газа и децентрализованному энергоснабжению.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика Германии, развитие возобновляемой энергетики, возобновляемые источники энергии, возобновляемая энергия, технический прогресс, законодательная база, ветроэнергетика, биоэнергетика, гидроэнергетика, фотовольтаика, ВИЭ, устойчивое развитие.

Обеспечение энергией является приоритетной задачей всеобъемлющего существования. Электроэнергетика XX века основывалась преимущественно на использовании ископаемого топлива, такого как уголь, нефть, природный газ, и ядерного топлива. Раздел и неравномерное распределение ресурсов, а также потребности в энергоносителях (например, в нефти) часто становились причиной международных конфликтов последних 150 лет. Запасы ископаемых энергоносителей и ядерного топлива, образование которых занимает миллионы лет, ограничены и при растущей потребности в обозримом будущем будут исчерпаны. Ситуацию отягощает нагрузка на окружающую среду, вызванная текущим использованием энергии. За последние 100 лет содержание CO_2 в атмосфере увеличивалось с 280 ppm до 400 ppm [1] и оказывало влияние на потепление Земли. Тающие при этом ледники и массы льда продолжают повышать глобальный уровень моря. Уже сегодня говорят о предстоящем разрушении глубоко расположенных прибрежных местностей и островных государств, таких как Кирибати, Тувалу и Мальдивы. Генеральное изменение климата, которое будет превращать многие регионы Земли в непригодные для жизни зоны, неминуемо, если не удастся значительно

снизить выбросы CO_2. Также не решена проблема утилизации радиоактивных отходов, например, из ядерных реакторов. Катастрофы в Чернобыле и Фукусиме показывают, что технологии ядерного топлива несут в себе большую опасность. Необходим переход к более устойчивому энергообеспечению.

Выход из сложившейся ситуации предлагают возобновляемые источники энергии. Под этим понимают носители энергии, которые можно полезно использовать, практически неисчерпаемы или относительно быстро возобновляются. Этим они отличаются от ископаемых энергоносителей, которые воспроизводятся целые миллионы лет. Возобновляемые источники энергии могут использоваться для производства электричества, тепла, а также передвижения. До начала индустриализации отопление с помощью дров и добыча энергии с помощью ветровых и водяных мельниц имели огромное значение, пока они не были оттеснены на задний план ископаемым топливом. Возобновляемыми источниками энергии на сегодня считаются гелиотермальная и фотовольтаическая энергии, энергия ветра, гидроэнергия течений, приливов и отливов, движения волн, геотермальная и биоэнергия.

Развитие возобновляемой энергетики в Германии

Германия особо знаменита многочисленными технологическими инновациями. Уже в поздних 40-х годах прошлого столетия были проведены эксперименты с самопроизведенным биогазом, который использовался для отопления и в качестве топлива для двигателей [2]. Энергия ветра – одна из древнейших используемых людьми видов энергии, которая имела особое значение в мореплавании и мельницах. С 1983-го по 1987 годы в Северной Германии была протестирована первая крупная ветроустановка GROWIAN, которая при номинальной мощности 3 МВт была крупнейшей во всем мире [3]. Из опытов могли быть получены важные знания для будущих установок.

В Германии конца 60-х годов усилилась активность внесистемной оппозиции и вскоре после этого – движений за защиту окружающей среды, как например, Союз за защиту природы и окружающей среды Германии BUND, Союз защиты природы Германии NABU и Гринпис. Это было вызвано нарастающим недовольством политикой и заботой об окружающей среде. В 70-х и 80-х годах прошли многочисленные демонстрации против атомной энергии, которая выглядела опасной для людей. В 1973 году Война Судного Дня на Ближнем Востоке вызвала нефтяной кризис. Со снижением уровня добычи нефти, цены на топливо сильно повысились. В конце 1973 года в Германии даже были введены запреты на управление транспортными средствами. Это событие и незадолго доэтого вышедшая книга Римского клуба «Пределы роста» [4] обострили у многих людей сознание, что сырьевые ресурсы ограничены. Вместе с этим развился усиленный интерес к возобновляемым источникам энергии. Это продемонстрировалось специализированными изданиями, преумножившимися исследованиями и основанием партии «Зеленые» в 1980 году.

Авторитетной личностью, успешно поработавшей на благо возобновляемой энергетики, является политик СДПГ, доктор Герман Шеер. Он был сооснователем Международной Ассоциации возобновляемых источников энергии EUROSOLAR, парламентской группы EUROSOLAR в немецком Бундестаге, Мирового совета возобновляемых источников энергии WCRE и Международного агентства по возобновляемым источникам энергии IRENA. Он инициировал несколько важных законов и был отмечен за свои заслуги Альтернативной нобелевской премией [5].

Законы по возобновляемым источникам энергии

С Законом «О выдаче электричества в сеть», который действовал с 1991-го по 2000 годы, были впервые сформированы важные основы для успешного развития возобновляемых источников энергии. С этим законом, доминирующие энергетические концерны Vattenfall, EON, RWE, ENBW были обязаны, покупать электричество от небольших производителей и выдавать в общественную сеть. Законодательно предписанные минимальные цены были, однако, еще слишком низкими, а установки еще слишком дорогими, чтобы вызвать бум. Закон о возобновляемых источниках энергии (EEG), действующий с 2000 года, привнес решающий поворот. Закон гарантирует для различных возобновляемых энергоносителей после их ввода в эксплуатацию повышенные компенсации, которые действуют на протяжении 20 лет. Так, предоставляются стимулы для вывода возобновляемых источников энергии на рынок. Существенные успехи доказываются развитыми отраслями ветро- и биоэнергетики и фотовольтаики.

Немецкий закон о возобновляемых источниках энергии послужил в более чем 100 государствах шаблоном и вместе с этим очень успешным инструментом управления для возобновляемых источников энергии [7–8]. По всему миру, примерно в 160 государствах возобновляемые источники энергии поддерживаются законодательными положениями или субсудиями [9].

С 1990 года непрерывно повышается доля электричества из возобновляемых источников энергии (рис. 1), достигнув наивысшей отметки в 30 % в 2015 году (рис.2).

Ветроэнергетика

Благодаря законам «О выдаче электроэнергии в сеть» и «О возобновляемых источниках энергии» с 1991-го по 2000 годы в Германии все больше и больше инвестировали в производство электричества из энергии ветра. В конце 2015 года 26774 оншорных и оффшорных ветроустановок снабжали примерно 13,3 % произведенного электричества в стране [11]. Так, энергия ветра занимает первое место среди возобновляемых источников энергии.

На рисунке 3 показана установленная мощность ветроустановок и производство электроэнергии от них.

Примечательны существенные колебания в силу разнообразия скоростей ветра. Таким образом, 2008-й и 2009 годы можно оценить как относительно бедные ветром, в то время как 2015 год принес рекордную выработку при больших скоростях ветра.

Так как затраты на инвестиции для ветроустановок относительно высоки, оплачиваются повышенные начальные компенсации за выработанный кВт·ч. Они уменьшаются на величину базовых компенсаций после 5 лет, которые действительны следующие 15 лет.

Хотя цены исполнения на электричество при новых вводах установок неуклонно снижаются, и впредь сооружалось множество ветроустановок. При этом в последние годы многие

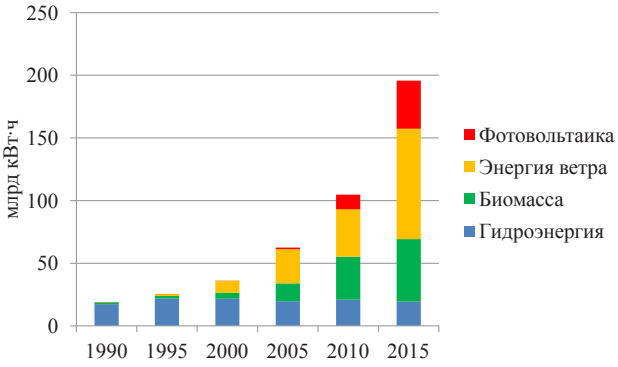


Рис. 1. Производство электроэнергии из возобновляемых источников энергии (Источник: BMWI 2016 [6])

Рис. 2. Структура производства электрической энергии Германии по видам энергоносителей в 2015 году (Источник: BDEW 2015 [10])

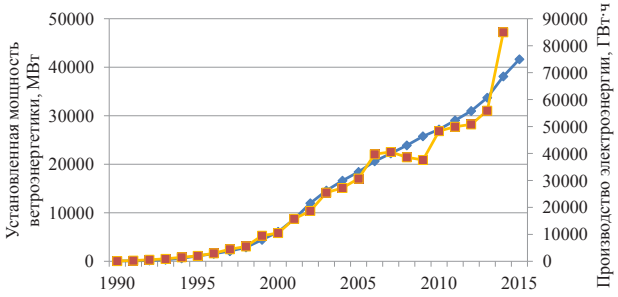


Рис. 3. Установленная мощность ветроэнергетики, МВт, и производство электричества, ГВт·ч, с 1990-го по 2015 годы (Источник: BWE 2016 [12])

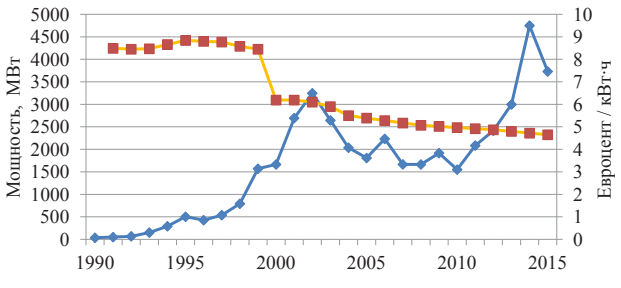


Рис. 4. Ежегодные вводы мощностей и базисные цены для ветроэлектричества с 1990-го по 2015 в Германии (Источники: BWE 2016 [12], IWR 2007 [13, Windlexikon 2013 [14])

старые установки заменялись более производительными и часто более мощными новыми установками (рис. 5) (переоснащение, т.н. «репауэринг»).

Кроме того, устанавливаются новые оффшорные ветропарки на Северном и Балтийском морях, где преобладают лучшие ветра. Для переоснащения и оффшорных ветропарков действуют отдельные механизмы компенсации.

Фотовольтаика

Законодательной властью было предвидено, что на протяжении многих лет новые фотоэлектрические установки становятся все более дешевыми и более эффективными в силу технического прогресса (рис. 6).

На графике видно значительное снижение цен на солнечные электростанции за последние 10 лет. Такое развитие событий можно объяснить также из-за более низких удельных затрат в массовом производстве и сильной конкуренции со стороны Восточной Азии. В самой первой версии Закона о возобновляемых источниках энергии в 2000 году, было принято решение о снижении в течение 20 лет ставки компенсации для последующего ввода в эксплуатацию (рис. 7).

Благодаря высоким ставкам компенсации с 2000-го по 2006 год был дан мощный импульс для покупки солнечных электростанций (рис. 7). Хотя ставки компенсации затем неуклонно снижались до 2012 года, растет количество новых установок. Бум строительства солнечных электростанций достиг наивысшей точки в марте 2012. При этом было установлено особенно много установок на крышах частных домов. С апреля 2012 года некоторые условия были изменены, и с того времени ставки компенсации были значительно снижены за короткие промежутки времени. Так, фотовольтаика утратила инвестиционную привлекательность, устанавливается значительно меньше установок.

Тем не менее намечаются технологические разработки, которые снова сделают солнечные установки более привлекательными в будущем. На фоне того, что закупать электричество для частных домов относительно дорого, а также поступления на рынок новых недорогих аккумуляторов тока для самостоятельно произведенного электричества, интерес к установке фотовольтаики в будущем снова вернется.

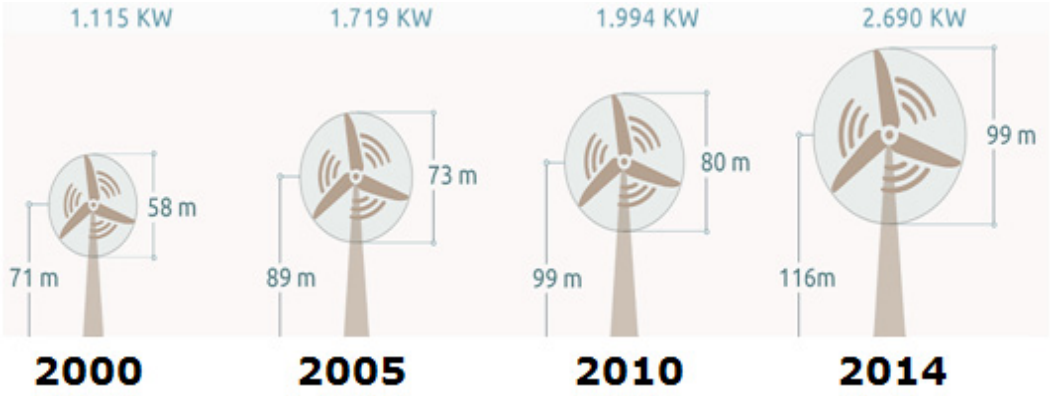


Рис. 5. Средние габариты новых ветроустановок и мощности 2000–2014 (Источник: BWE 2016 [15])

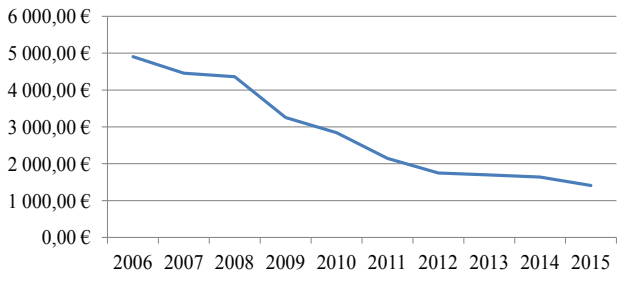


Рис. 6. Цены за электричество от солнечных установок, евро/кВт·ч, (Источники: BSW (2013) [16] und Wattfox (2016) [17])

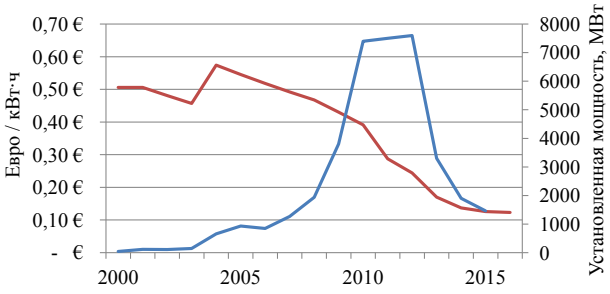


Рис. 7. Тарифы на компенсацию соответственно при вводе в эксплуатацию к началу году, действительно для 20 лет (Источник: Solarenergieförderverein (2016) [18])

Биомасса

Электроэнергия из биомассы в настоящее время занимает второе место среди возобновляемых источников энергии Германии после энергии ветра. Наиболее важной технологией является превращение растительных материалов и отходов животного происхождения в биогаз, который состоит по меньшей мере на 50% из метана (CH_4).

Компенсация за электроэнергию из биогаза регулировалась по-разному, согласно реформам Закона о ВИЭ. До 2011 года не происходило постепенного снижения базовой компенсации, которая была расширена бонусами, такими как, например, бонус за возобновляемый ресурс, пульпа-бонус, технологический бонус, бонус по уходу за ландшафтом, бонус за охрану чистоты воздуха и бонус за когенерацию. Кроме того, основная компенсация различается по мощностям в $кВт_{эл}$. В 2012 году основные бонусы были отменены и основная компенсация повысилась почти на 3 евроцента/кВт·ч. Вместо этого существовали надбавки по классам используемого сырья I (из возобновляемых ресурсов) и II (из навоза) с 2012-го по 2014 год. В 2014 году снова произошла реформа Закона о ВИЭ, классы используемого сырья снова были отменены. С тех пор существует только надбавка для навоза. В результате новых положений было установлено лишь немного биоэлектростанций. В обществе биогазовые установки становятся все более спорными, так как урожай в окрестностях страдает от чрезмерного роста кукурузы.

Гидроэнергия

Гидроэнергетика является во всем мире одним из наиболее интенсивно используемых источников энергии. Ее доля в электроснабжении всего мира составляет около 16% [21]. В Европе Норвегия, Исландия и Австрия покрывают свои потребности в электроэнергии преимущественно за счет гидроэнергетики.

В Германии производство электроэнергии из гидроэнергии на 2012 год составило около 3,6% от общего потребления электроэнергии. Годовое производство электроэнергии на гидроэлектростанциях колеблется примерно от 10 до 15%, что связано с разным количеством осадков и расходом воды. В Германии установлено 6,249 малых установок (менее 1 МВт), 406 крупных гидроэлектростанций (более 1 МВт) и 31 гидроаккумулирующая электростанция [22].

Согласно анализу Федерального министерства окружающей среды, используется около 80% современного потенциала. Повышение производительности было бы возможно в основном за счет оптимизации, модернизации и перезапуска существующих установок. Так как в Германии существует давняя традиция по использованию гидроэнергии, имеется совсем немного возможностей для строительства новых гидроэлектростанций.

Сравнение затрат на производство электроэнергии

До сих пор Закон о ВИЭ обеспечивает экономические стимулы с помощью тарифов на подключение. Благодаря техническому прогрессу, новые установки на базе ВИЭ становятся все более производительными и дешевыми. Это снижает затраты на производство электроэнергии за произведенный кВт·ч. Возобновляемые источники энергии в сравнении с ископаемыми энергоносителями становятся все более экономичными. Поэтому, в поправках к Закону о ВИЭ компенсации непрерывно снижаются.

Институт солнечных энергетических систем Фраунгофера в 2013 году провел сравне-

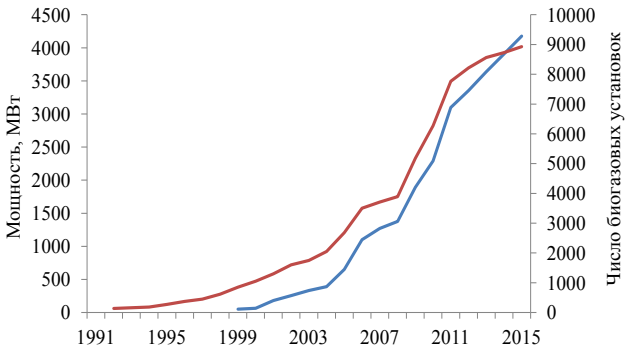


Рис. 8. Установленная мощность и количество биогазовых установок в Германии (Источник: Statista 2016 [19–20])

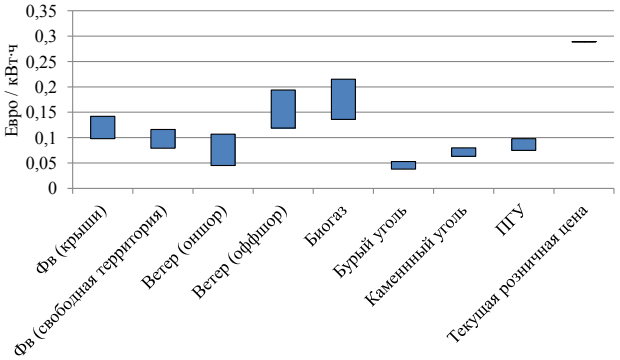


Рис. 9. Затраты на производство электроэнергии в Германии в 2013 году (Источник: Fraunhofer ISE 2013 [23])

ние затрат на производство электроэнергии в различных местностях Германии. Эти затраты были основаны на рыночных данных по конкретным видам инвестиций, эксплуатационных расходов и других технических и финансовых параметров (рис. 9).

Фотоэлектрические установки в Германии достигают затрат на производство электроэнергии от 0,078 до 0,142 €/кВт·ч в зависимости от типа устройства (небольшой системы на крыше или на открытой площадке). По подключению они достигли уровня затрат других технологий для производства электроэнергии. В богатых солнцем регионах, как, например, в Северной Африке, фотоэлектрические установки могли бы дать существенно лучшие результаты.

Ветроустановки на местностях с очень хорошими ветрами на суше Германии в настоящее время производят электроэнергию уже по более низкой цене, чем новые электростанции на каменнном угле, газовые или паровые электростанции.

Затраты на производство электроэнергии из биогаза пролегают от 0,135 до 0,215 €/кВт·ч. Использование тепла не было рассмотрено в данных расчетах.

Перспективы

В 2025 году должно производиться от 40 до 45 % электричества из возобновляемых источников, в 2035 уже от 55 до 60 процентов.

На следующем этапе Институтом Фраунгофера были проведены расчеты по затратам на производство электроэнергии в Германии до 2030 года.

Ожидается еще более значительное снижение затрат на производство электроэнергии от фотоэлектрических установок. Таким образом, в зависимости от местоположения, ожидаются показатели от 0,055 до 0,094 €/кВт·ч.

Затраты на производство электроэнергии от оншорных ветроустановок снизятся, по-видимому, незначительно. По оффшорным установкам, напротив, существует очень большой потенциал снижения затрат. В 2030 году, в зависимости от месторасположения, и скоростей ветра, цены подсчитаны в 0,096 и 0,151 евро/кВт·ч соответственно. По биогазу снижение затрат не ожидается.

По ископаемым энергоносителям, напротив, по 2030 год ожидаются растущие затраты на производство. Они составляют для бурого угля от 0,06 до 0,08 евро/кВт·ч для каменного угля от 0,08 до 0,11 €/кВт·ч и для парогазовых электростанций от 0,09 до 0,12 евро/кВт·ч.

В том же исследовании Института Фраунгофера новые разработки для аккумулирования электроэнергии остаются неупомянутыми. Если на рынке будут преобладать недорогие накопители энергии для частных домов, то откроются новые возможности для децентрализованного и возобновляемого производства энергии, которые будут успешны даже без Закона о ВИЭ.

Список литературы

1. David Bielo. 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels [Электронный ресурс] : Scientific American, 2013. : [Сайт]. URL: http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/ (дата обращения: 17.03.2016).

2. Der Spiegel, 1949: Angenehmes Nebenprodukt – Kuh und Komposthaufen [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-44435982.html (дата обращения: 15.03.2016).

3. Brück, Jürgen, 2007: 20 Jahre Windenergie an der Westküste. [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.energieportal24.de/artikel_2574.htm (дата обращения: 17.03.2016).

4. Meadows, Dennis L. et al., 1972, Limits to Growth, New York, a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind, Universe Books, 205 S.

5. Deutscher Bundestag – Abgeordnete 17.WP 2009-2013: Biographien Dr. Hermann Scheer [Сайт]. URL: http://webarchiv.bundestag.de/cgi/show.php?fileToLoad=3041&id=1223 (дата обращения: 20.03.2016).

6. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI), 2016: Zeitreihen zu erneuerbaren Energien in Deutschland [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html (дата обращения: 10.05.2016).

7. Max Plank Institut für chemische Energiekonversion und Agentur Zukunft, 2014: Das EEG – einsamer Rekord [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.solarify.eu/2014/03/15/017-das-eeg-einsamer-rekord/ (дата обращения: 20.03.2016).

8. Verlinden, Julia 2015: Ohne die Grünen gäbe es das EEG nicht. PV magazine [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.pv-magazine.de/nachrichten/details/beitrag/ohne-die-grnen-gbe-es-das-eeg-nicht_100018748/ (дата обращения: 22.03.2016).

9. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), 2016: (Renewables 2015 Global Status Report. [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/ (дата обращения: 20.03.2016).

10. Bundesverband der Deutschen Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), 2015: Strommix 2015: Stromerzeugung nach Energieträgern [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://strom-report.de/strom-vergleich/#stromerzeugung-2015 (дата обращения: 13.03.2016).

11. Stromreport 2016: Windenergie in Deutschland [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://strom-report.de/windenergie/#windenergie-entwicklung-2015 (дата обращения: 19.03.2016).

12. Bundesverband Windenergie (BWE) 2016, Installierte Windenergieleistung in Deutschland [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: https://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/installierte-windenergieleistung-deutschland# (дата обращения: 10.03.2016).

13. Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) 2007: EEG-Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien – Übersicht [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.iwr.de/re/wf/EEG%20Verguetung.htm (дата обращения: 19.03.2016).

14. Wind-Lexikon, 2013: Vergütungskategorientabelle [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.wind-lexikon.de/cms/lexikon/106-lexikon-v/960-verguetungskategorientabelle.html (дата обращения: 28.02.2016).

15. Bundesverband Windenergie (BWE), 2016: Leistungssteigerung bei Windenergieanlagen [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: https://www.wind-energie.de/themen/technik-anlagen (дата обращения: 20.03.2016).

16. Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), 2013: Solarstromanlagen seit 2006 rund 67% günstiger [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.heizsparer.de/solar/photovoltaik/photovoltaik-wirtschaftlichkeit (дата обращения: 21.02.2016).

17. WattFox GmbH, 2016: Photovoltaik Angebotsvergleiche DE Preisindex. [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.photovoltaik-angebotsvergleich.de/photovoltaik-kosten.html?ac05 (дата обращения: 12.03.2016).

18. Solarenergieförderverein, 2016: Vergütungsrechner für PV Anlagen [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.sfv.de/rechner-eeg-verguetung/pv-verguetungsrechner_r.html (дата обращения: 12.05.2016).

19. Statista GmbH (2016): Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2015 [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/ (дата обращения: 21.03.2016).

20. Statista GmbH (2016): Installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1999 bis 2015 (in Megawatt) [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167673/umfrage/installierte-elektrische-leistung-von-biogasanlagen-seit-1999/ (дата обращения: 20.03.2016).

21. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftnutzung – Global [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft (дата обращения: 03.05.2016).

22. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftanlagen in Deutschland [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft (дата обращения: 03.05.2016).

23. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme 2013, Stromgestehungs-kosten erneuerbare Energien [Электронный ресурс] : [Сайт]. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf (дата обращения: 14.05.2016).

Кузнецов Дмитрий Станиславович, аспирант кафедры «Электроснабжение сельского хозяйства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Хартвиг Меннен, д-р аграрных наук, 1-й Председатель Союза LOGO e.V. и свободный специалист-фрилансер (Agrar und Umwelt Mernnen Consult), 49536 Линен, Германия.

E-mail: mennen@agrarumwelt.de.

* * *

УДК 620.91

ANALYSE DER SCHLÜSSELFAKTOREN ZUR ENTWICKLUNG ERNEUERBARER ENERGIEN IN RUSSLAND

D. Kuznetsov, H. Mennen

Erneuerbare Energien werden global die fossilen Energieträger und die Kernbrennstoffe ersetzen. Bekannt sind einige Einzelwerte für die Stromerzeugung aus verschiedenen Energiequellen bis zum Jahr 2015. Es gibt keine umfassenden Daten für jede Energiequelle, nach denen man dem aktuellen Systemsstand, das Potenzial und eine Tendenz zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Russland bestimmen könnte. Noch nicht genug erforscht sind das Potenzial der erneuerbaren Energien und die Auswirkungen anderer Faktoren auf ihre Entwicklung. Ziel dieser Arbeit: mittels systematischer Verfahren die Schlüsselfaktoren und Tendenzen in der Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation aufzuzeigen. Angeführt ist eine vollständige Auswertung der Werte der elektrischen Energiewirtschaft der Russischen Föderation nach der Energiequellenstruktur, einschließlich der erneuerbaren. Die Geschichte der Entwicklung der Industrie und des Konzepts der erneuerbaren Energien in Russland hat Besonderheiten. Die großen Innentransformationen und Ereignisse von außen haben sich darauf ausgewirkt. Erforderlich ist eine fortlaufende und ständige Entwicklung. Die aktuelle Energiestrategie der Regierung der Russischen Föderation zielt auf eine Steigerung erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung von etwa 0,5 im Jahr 2015 bis 4,5 % (ohne Wasserkraftwerke installierter Leistung über 25 MW) im Jahr 2024 ab. Für das Jahr 2050 sind noch keine Ziele festgelegt worden.

Schlüsselwörter: Erneuerbare Energie, Erneuerbare Energien, Energiesystem Russlands, Energiewirtschaft Russlands, Entwicklungsfaktoren, energetisches Potenzial, technisches Potenzial, wirtschaftliches Potenzial, Potenzialnutzung, Wasserkraft.

Die Energieversorgung ist eine vorrangige Aufgabe in einem Gemeinwesen. Die Energiewirtschaft des 20. Jahrhunderts begründete sich vorwiegend auf die fossilen Energieträger wie Kohle, Erdöl, Erdgas und auf Kernbrennstoffe. Die unterschiedlich verteilten Ressourcen und der Bedarf an Energieträgern waren in den letzten 150 Jahren oft Ursachen für internationale Konflikte. Die im Laufe von Millionen Jahren entstandenen fossilen Energien und auf Kernbrennstoffe sind begrenzt und bei steigendem Bedarf in absehbarer Zukunft erschöpft. Gravierender ist jedoch die Umweltbelastung der bisherigen Energienutzung. In der Atmosphäre stieg der CO_2 Gehalt in den letzten 100 Jahren von 280 ppm auf 400 und trägt somit zur Erwärmung der Erde bei [1]. Die dabei schmelzenden Gletscher und Eismassen lassen global den Meeresspiegel ansteigen. Das führt zu den zunehmenden Wetter- und Landschaftskatastrophen. Schon heute spricht man vom bevorstehenden Untergang tiefgelegener Küstenlandschaften und Inselstaaten wie Kiribati, Tuvalu und den Malediven. Ein genereller Klimawandel, der manche Regionen der Erde in lebensfeindliche Zonen verwandeln wird, steht bevor, wenn es nicht gelingt, die CO_2 Emissionen deutlich zu verringern. Auch die Entsorgung des radioaktiven Mülls von Kernkraftanlagen ist nicht gelöst.

In der russischen Geschichte kennt man mehrere negative Beispiele bei der Verwendung von fossilen und nuklearen Brennstoffen. Am schwerwiegendsten sind die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl im Jahr 1986 und der Kyschtym-Unfall in der Kerntechnischen Anlage Majak 1957. Kohle-, Öl-, und Gaskraftwerke belasten die Umwelt mit Schadstoffen und treiben den CO_2 Gehalt der Atmosphäre in die Höhe. Daher ist ein Umdenken zu einer nachhaltigeren und sicheren Energieversorgung notwendig.

Eine alternative und sichere Entwicklung der Energiewirtschaft bieten die erneuerbaren Energien. Darunter versteht man Energieträger, die praktisch unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich relativ schnell erneuern. Bis zur beginnenden Industrialisierung waren einige von ihnen weltweit die wichtigsten Energieträger. Zu den erneuerbaren Energien zählen Solarthermie, Photovoltaik, Windenergie, Hydroenergie aus Strömungen, Tiden und Wellenbewegungen, Geothermie sowie Bioenergie. Erneuerbare Energien werden für Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung, Mobilität, Maßnahmen zu Energieeffizienz und Energieeinsparung im Ökologischen Bauen.

Die Russische Föderation ist ein riesiges Land mit einem komplizierten Energieversorgungssystem, bestehend aus 7 vereinigten Energieversorgungssystemen, die das „Einheitliche Energieversorgungssystem (EES) Russlands“ ausmachen [11]. Außerdem gibt es „technologisch isolierte Energieversorgungssysteme“ [11]. Ihre elektrische Leistung beträgt 3,25 % der Gesamtleistung.

Ein besonderes Interesse und zugleich die Schwierigkeit der Beurteilung ist der Anteil der verschiedenen Energiequellen, unter anderem erneuerbaren Energien, in der installierten Gesamtleistung aller Kraftwerken und an der Stromerzeugung.

Nach Berechnungen der Autoren beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung aller Kraftwerke der RF etwa 16,52 % (unter Berücksichtigung aller Wasserkraftwerke, die etwa 16,13 % ausmachen). Auf diese Weise liefern Sonnen-, Windenergie, und Geothermie sowie Biomasse nur etwa 0,39 % der Elektrizität des Landes bei wirtschaftlich möglichen 137 %. Es gibt mehrere spezifische Faktoren, beeinflusste und schaffende zusätzliche Anreize für die Entwicklung der erneuerbaren Energien in Russland zu schaffen.

Faktoren zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Russland

Schon immer besitzt Russland große Vorräte an fossilen Energien. Die preiswerten Energieträger werden im Inland verwendet und im Ausland gehandelt, was sich positiv für die Wirtschaft auswirkt. Aufgrund der großen Verfügbarkeit, ist der Anteil der fossilen Brennstoffe bei der Stromerzeugung sehr hoch und beträgt 64,92 %.

Die fossilen Energien werden sich aber erschöpfen, während die Kosten für ihre Gewinnung steigen. Die Analyse der Forschungen der letzten Jahren für die fossilen Energieträger in der Russischen Föderation hat gezeigt, dass bei der aktuellen Gewinnung technisch und wirtschaftlich zugängliche Ressourcen an Erdöl noch 20-30 Jahre [2, 3], an Gas noch 80 Jahre [2] und an Kohle noch 400 Jahre [3] weiter besteht. Die fossilen Energien werden in absehbarer Zeit werden erschöpft sein, da die Anzahl ihrer Ressourcen begrenzt ist, wohingegen es für die erneuerbaren Energien ein unerschöpfliches Potenzial gibt.

Das technische Potenzial der erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation wird von 4,6 [13] bis 24,221 [7] Milliarden StkE (Steinkohle-Einheiten) pro Jahr geschätzt, was dem 83-fachen der Stromproduktion aus fossilen Energien und Atomkraft im Vergleich zum Jahr 2015 entspricht. Tabelle 1 enthält die vollständigste Auswertung.

Bei diesen Zahlen muss berücksichtigt werden, dass sich seit 2007 die technischen und wirtschaftlichen Potentiale erhöht haben und sich damit die Wettbewerbsfähigkeit und Rentabilität für erneuerbare Energien ständig verbessert.

Außerdem haben sich 2014 mit dem Beitritt der Krim zu der Russischen Föderation die technischen und wirtschaftlichen Potenziale bedeutend erhöht,- weil die Halbinsel sehr gute Möglichkeiten für Solar- und Windenergie sowie für Energie aus Biomasse bietet. Sogar den Zahlen von 2007 zufolge kann das Land sich mit erzeugtem Strom von erneuerbaren Energien selbst versorgen und diesen sogar ins Ausland exportieren.

Tendenziell ist es nur eine Frage der Zeit, bis Elektrizität von fossil betriebenen Anlagen und Atomkraftwerken teurer ist als Elektrizität von erneuerbaren Energien. Schon heute sind erneuerbare Energien wirtschaftlich konkurrenzfähig.

Im September 2014 hat die Investmentbank Lazard eine weitere Studie für die ermäßigten Stromgestehungskosten LCOE für die verschiedenen Arten von elektrischen Generation freigegeben (Tabelle 2) [4].

Eine besondere Aufmerksamkeit wird auf die Dynamik der sinkenden Kosten für die Erzeugung pro 1 MW·h des Stroms in den 2009-2014 gezogen. Für Windstromerzeugung sank diese um 58 %, für Solar - 78 %, und die Ergebnisse der Studie sind

im Allgemeinen positiv für erneuerbare Energien [5]. Darüber hinaus sind nach dem Bericht der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien IRENA mit dem Namen „Erzeugungskosten für erneuerbare Energien im Jahr 2014“ die Kosten der Stromerzeugung aus Onshore-Windkraft, Geothermie und Wasserkraft, sowie aus Biomasse gleich hoch oder niedriger als die Erzeugungskosten der Kohle-, Gas- und Dieselkraftwerke sogar ohne die finanzielle Unterstützung und bei der fallenden Ölpreisen [5].

Jede Region der Russischen Föderation ist vielversprechend im Hinblick auf die Entwicklung erneuerbarer Energien. Dennoch gibt es viele Regionen mit einem Energiedefizit [8, 9], deren Belieferung die Kosten für Strom deutlich [5] erhöht. Diese Kosten sind z.B. auf den Ausbau von langen Übertragungsleitungen und auf die Komplexität der Systemwartung zurückzuführen.

Als Lösung dieser Probleme bietet sich das Konzept der „dezentralen Erzeugung“ an, das idealerweise zu erneuerbaren Energien passt. Bei diesem Konzept befinden sich kleinere Kraftwerke, die lokale Ressourcen verwenden, in der Nähe der Verbraucher [9].

Die Aktualität der Verwendung der erneuerbaren Energien nach dem Konzept der dezentralen Erzeugung zeigt die Tatsache, dass etwa 60 % der

Tabelle 1 – Potenzial erneuerbarer Energien in der Russischen Föderation im Jahre 2007 und Schätzungen als Ersatz für fossile und atomare Energieträger im Jahr 2015

Energiequelle	Theoretisches Potenzial, in StkE./Jahr*	Technisches Potenzial		Potenzialer Anteil bei Ersatz von fossi-len und atomaren Energieträgern in %***	Wirtschaftliches Potenzial		Potenzialer Anteil bei Ersatz von fossi-len und atomaren Energieträgern in %***
		in StkE./Jahr*	in Mrd. kWh/Jahr		in StkE./Jahr	in Mrd. kWh/Jahr	
Geothermue	2 287 400 000	11 869	35 607***	3983	114*	342***	38
Wasserkraft	–	566***	1670**	190	289***	852**	97
Kleine Wasserkraftressourcen	402	126	372*	42	70*	205*	23
Tidenenergie (am Beispiel Mezenskaja, Penzhinskaja und Tugurskaja GKW)	–	83	253*	28	–	–	–
Wellenenergie (am Beispiel Barents- und Weißes Meere)	–	150***	450	50	–	–	–
Sonnenenergie	2 205 400	9676	29 028***	3247	3*	9***	1
Windenergie	886 256	2216	6517*	744	11*	33*	4
Biomasse	468	140	420***	47	69*	207***	23
Insgesamt	2 290 493 089	24 700	73 945	8289	486	1443	163

Anmerkungen: * – Zahlen aus [7]; ** – Zahlen aus [15]; *** – Berechnungen der Autoren

Tabelle 2 – Stromgestehungskosten LCOE (Daten für die USA)

Energiequelle	LCOE, $/MW·h (ohne Zuschüsse)
Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk	61–87
Erdgas (Kraftwerk der Spitzenleistung)	179–230
Kohle	66–151
Dieselkraftwerk	297–332
Atomenergie	92–132
Windenergie (onshore)	37–81
Photovoltaik	72–265
Biomasse	87–116
Geothermie	89–142

Fläche der Russischen Föderation, wo etwa 20 Millionen Menschen wohnen, sich außerhalb der Zonen der zentralen Energieversorgung befindet [10], deshalb gehören viele Regionen der RF nicht zum „Einheitlichen Energieversorgungssystem Russlands“ (Abb. 1). Sie bilden die isolierten Energieversorgungssysteme.

Zu den isolierten (Abb. 1) gehören Energiegebiete, welche in Energieversorgungssystemen des Autonomen Kreises der Tschuktschen, der Region Kamtschatka, desOblast Sachalin, des Oblast Magadan, des Norilsk-Taimyr und Nikolaev Energiegebiete, Energiesysteme der zentralen und nördlichen Teile der Republik Sacha (Jakutien) und auch im Energieversorgungssystem der Krim liegen [11].

2015 waren in 50 von 72 Regionen der RF Energiedefizite festzustellen. Darunter befanden sich der Oblast Moskau mit 31,8 % und die Republik Tschetschenien mit einem Energiedefizit von 100 % [8].

Das Problem der Energiedefizite in den Regionen könnte nicht nur durch den Staat, sondern auch durch regionale Programme für erneuerbare Energien gelöst werden. So hat die Republik Tschetschenien ein großes Potential für fast jede Art von erneuerbaren Energien.

Die Verbreitung der erneuerbaren Energien wird jedoch durch Subventionen für Gas-, Kohle- und Kernenergie- sowie die niedrigen russischen Tarife für Stromerzeugung gebremst. Bei wirtschaftlichen Berechnungen werden die durch die fossilen Brennstoffe und die Kernenergie verursachten sozialen Effekte und die Umweltschäden nicht berücksichtigt [6]. In der russischen Gesetzgebung sind noch keine soliden Grundlagen für die Entwicklung erneuerbarer Energien im größeren Maßstab geschaffen worden.

Gesetzgebung für die erneuerbaren Energien

Für heute gibt es in der Russischen Föderation kein föderales Gesetz über erneuerbare Energien, obwohl sich die Gesetzgebung für erneuerbare Energien ständig weiter entwickelt. Dazu gab es Gesetzesentwürfe und Initiativen [6, 14].

1999 wurde ein föderales Gesetz «Zur staatlichen Politik im Bereich der Anwendung nicht traditioneller erneuerbarer Energiequellen» angenommen; dieses wurde jedoch nach allen Lesungen vom Präsident der RF abgelehnt [14].

2004 wurde vom Koordinierenden Rat RAO „EES Russlands“ für Windenergie die erste Version eines neuen föderalen Gesetzes zur Unterstützung erneuerbarer Energien, vorbereitet.

Dahinter steckt die intensive Arbeit einer Expertengruppe mit der Annahme von Änderungsanträgen zum geltenden föderalen Gesetz „Zur Elektroenergiewirtschaft“ (№ 35-FZ vom 26 März 2003). Mit den Änderungsanträgen wurden zum ersten Mal Grundlagen für ein System zur Gesetzgebung für die Entwicklung der erneuerbaren Energien in der RF «Zur Eintragung von Veränderungen einzelner Rechtsakte der RF in Verbindung mit Maßnahmen zur Reform des Einheitlichen Energieversorgungssystem Russlands» (föderales Gesetz vom 4 November 2007 г. № 250-FZ) festgelegt haben [6, 14]. Diese Änderungsanträge

Abb. 1. Karte der Energieversorgungssysteme der Russischen Föderation (Quelle: Systemoperator EES Russlands)

enthielten Bestimmungen für Vergütungen auf dem Großhandelspreismarkt, die nach weiteren Änderungsanträgen durch den Leistungslieferungsvertrag (LLF) ersetzt wurden. Nach dem LLF profitieren die Investoren von einer Lieferung der Leistungen mittels regulierbarer Preise.

Für die erneuerbaren Energien besitzt derzeit die Verordnung der Regierung der RF № 1715-r vom 13.11.2009 „Energiestrategie Russlands für den Zeitraum bis 2030“ die größte Aussagekraft, da in ihr die Notwendigkeit und Wege zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in der RF begründet wird.

Die Verordnung der Regierung der RF vom 28.05.2013 №449 bestimmt die Projektauswahlregeln für erneuerbare Energien, die Ordnung der Liestungslieferung (in MW oder MW pro Monat) und das Verfahren für Leistungspreisbestimmung der erneuerbaren Energien auf dem Großhandelsstrommarkt. In dieser Verordnung wird der Fördermechanismus für erneuerbare Energie durch den LLF bestimmt.

Der Fördermechanismus für den Einzelhandelsstrommarkt, auf dem erneuerbare Energien die größte Anziehungskraft haben, wird durch die vor kurzem angenommene Anordnung №47 vom 23.01.2015 reguliert. Die Förderung wird durch den Leistungslieferungsvertrag verwirklicht.

Obwohl der Finanzmechanismus gesetzlich festgestellt ist, ist er zu unsicher für Investoren und die Gesellschaft im Ganzen. Darüber hinaus ist der Mechanismus zur Förderung erneuerbarer Energien durch Leistungslieferung einzigartig und ungetestet in der Weltpraxis.

Maßnahmen, konkrete Zielwerte und Probleme zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in der RF sind in der Verordnung № 1-r von 08.01.2009 „Hauptrichtungen der staatlichen Politik zur Erhöhung der Energieeffizienz bei der Elektroenergie unter Verwendung erneuerbarer Energien zum Jahr 2024“ festgestellt worden. Nach der Verordnung soll der Anteil von Strom aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2024 bis zu 4,5% (ohne Wasserkraftanlagen größer als 25 MW gerechnet) gesteigert werden. Außerdem sollen 3600 MW Windenergie, 1520 MW Solarenergie und 751 MW Wasserkraft (Einheitsleistung weniger als 25 MW) installiert werden [13].

Ein weiteres föderales Gesetz „Zur Energieeinsparung und zur Erhöhung der Energieeffizienz mit Änderungsvorschlägen zu einzelnen Rechtsakten der Russischen Föderation“ RF № 261-FZ vom 23.11.2009) stellt die Entwicklungsnotwendigkeit für Energieeinsparungen und Energieeffizienz gemeinsam mit erneuerbaren Energien fest.

Trotz der Vielfalt der Rechtsakten für die erneuerbaren Energien kann man nicht beschließen, dass die Gesetzgebung im Bereich erneuerbarer Energien einen systematischen Charakter hat. Die wirksamen gesetzlichen Grundlagen für eine groß angelegte Entwicklung der erneuerbaren Energien sind noch nicht festgelegt.

Wasserkraft

Bis 1917 betrug die Kapazität der 78 Wasserkraftwerke im Russischen Kaiserreich etwa 16 MW (davon hatten nur zwei nur eine Kapazität von mehr als 1 MW - Alawerdinskaja mit 1,1 MW am Fluss Debed (Armenien) und am Hindukusch mit 13 MW am Mur-Gab (Turkestan)). Darüber hinaus gab es bis zu 2 Tausend kleine Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 90 MW und für den mechanischen Antrieb etwa 40.000 Mühlen mit ca. 280 MW. Die Wasserräder hatten dabei eine mittlere Leistung von etwa von etwa 10 PS (ungefähr 7 kW) [15]. So betrug die installierte Gesamtleistung der Wasserkraft im Russischen Kaiserreich etwa 386 MW.

Eine große Entwicklung der Wasserkraft begann nach Oktoberrevolution. Am 22. Dezember 1920 wurde der groß angelegte Plan GOELRO verabschiedet, der in der UdSSR realisiert wurde. In dem Teil des Plans zur Wasserkraft wird darauf hingewiesen, dass der Ausbau der Wasserkraftwerke mit einem Ausbau der Schifffahrtsverbindungen und der Melioration einher gehen muss und daher für die Entwicklungen beider von hohem Nutzen ist. Dabei wurde vorausgesetzt, dass in 10 bis 15 Jahren Wasserkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 21,254 Mio. PS bzw, 15.000 MW entstehen. Im europäischen Teil der UdSSR 7,394 in Turkestan 3,02 und in Sibirien 10,84 Mio. PS Kraftwerksleistung aufgebaut werden. Danach waren nur 10 Wasserkraftwerke einer Gesamtleistung von 640 MW geplant [15].

Die Blütezeit der Wasserkraft war im Zeitraum zwischen 1930 und 1990. Die installierte Gesamtleistung der Wasserkraft in der UdSSR von 1930 lag nicht über 600 MW. 60 Jahre später rangierte die UdSSR mit einer installierten Gesamtleistung von 65.000 MW auf dem zweiten Platz nach den Vereinigten Staaten. Bei der Stromerzeugung (233 Mrd. kWh/Jahr) in den Wasserkraftwerken rangierte das Land auf dem dritten Platz nach den Vereinigten Staaten und Kanada [16]. Trotz der schwierigen Zeit für die russische Wirtschaft in den 1990er Jahren wurde Wasserkraft entwickelt und bis heute weiter ausgebaut.

Heute ist in der RF die Wasserkraft weit verbreitet. Nach Angaben des Energieministeriums

der RF beträgt Anfang 2016 Jahre die installierte Leistung der Wasserkraft EES Russlands 47.855,18 MW [11] oder 20,34 % der Gesamtkapazität aller Kraftwerke in der RF. Nach Berechnungen der Autoren beträgt die installierte Gesamtleistung der Wasserkraft in der Russischen Föderation etwa 51.349 MW. Sowohl bei der installierten Leistung als auch bei der Stromerzeugung in Wasserkraftwerken (169,9 Mlrd. kWh im Jahre 2015) [12] rangiert die Russische Föderation auf dem fünften Platz nach China, den Vereinigten Staaten, Brasilien und Kanada [5, 16]. Dabei beträt das wirtschaftliche Potenzial der Wasserkraft für die jährliche Stromerzeugung etwa 852 Mrd. kWh und die RF hätte nach China weltweit den zweiten Rang [16]. Derzeit nutzt die RF das Potential der Wasserkraft nur zu 20 % [16].

In den letzten 10 Jahren bewegte sich der Anteil der Stromerzeugung durch Wasserkraftwerke zwischen 15,2 % und 17,4 %. Diese Entwicklung ist für den Anteil der Wasserkraft in der Struktur der Stromerzeugung EES der RF für die letzten 7 Jahre dargestellt (Abb. 2).

Tidenenergie

Die RF gehört zu den wenigen Ländern der Welt, wo die Gezeitenenergie genutzt wird. Bis heute arbeiten außer in der RF Gezeitenkraftwerke nur in Südkorea, Frankreich, Kanada, Großbritannien und China.

Aktuell gibt es in der RF nur das Pilotkraftwerk Kislogubskaja an der Barentsee. Es wurde im Jahr 1968 mit einer Kapazität von 0,4 MW gebaut und bis heute auf eine Kapazität von 1,7 MW erweitert.

Seit 1972 wurden Projekte für andere große Gezeitenkraftwerke ausgearbeitet, wie zum Beispiel

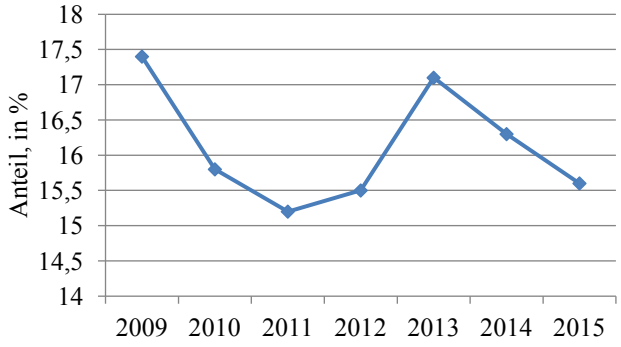


Abb. 2. Dynamik der Änderung des Wasserkraftanteils in der Stromerzeugung EES Russlands von 2009–2015 (Quellen: Berichte über die Funktionierung EES Russlands in den 2009–2015 Jahren)

das Penshinskaja Gezeitenkraftwerk mit 87,1 GW der Schelikhow-Bucht am Ochotskischen Meer. Im Falle der Verwirklichung des Projekts könnte das Penzhinskaja Gezeitenkraftwerk das größte Kraftwerk bei der installierten Leistung und der Stromerzeugung in der Welt sein (Leistung des weltweit größten Gezeitenkraftwerks „Drei-Schluchten“ beträgt im Jahr 2015 22,5 GW). Im Jahre 1983 wurde ein weiteres Projekt mit 21,4 GW bekannt, dessen Entwicklung durch das russische Unternehmen RusHydro bis heute andauert.

Die Tidenenergie kann nicht nur den russischen Fernost versorgen, sondern auch in andere Gebiete Südostasiens, in denen es Energiedefizite gibt, wie z.B. China oder Südkorea, exportiert werden. Die Verwirklichung dieser Projekte ist wegen des Fehlens von Investoren, der Entfernung und des geringen Energiebedarfs der Bevölkerung sowie Vereinbarungen mit Importeuren ausgesetzt [17].

Derzeit befinden sich zwei Projekte am Weißen Meer in Entwicklung. Dies sind das Tugurskaya Gezeitenkraftwerk mit 8 GW Kapazität und das Mezenskaja Gezeitenkraftwerk mit 11,4 GW Kapazität. Es wird vermutet, dass ihre Energie auch Westeuropa versorgen wird.

Im Gebiet Murmansk werden Pläne für den Bau des Sewernaja Gezeitenkraft-werkes mit 12 MW und für das Lumbovskaja Gezeitenkraftwerk ausgearbeitet [17].

Die Pläne klingen sehr optimistisch. Wenn sie realisiert werden, wäre die RF wahrscheinlich das wichtigste Land mit Gezeitenenergie.

Solarenergie

1986, als die weltweit installierte Kapazität für Solarenergie nur 21 MW betrug, wurde das solarthermische Shchelkino Krimskaja Solarkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 5 MW in Betrieb genommen. In den 1990er Jahren wurde es geschlossen [5]. Wie fortschrittlich die Technologie war, zeigt sich daran, dass zur gleichen Zeit nur in der kalifornischen Mojave-Wüste sehr ähnliche Kraftwerke (solarthermische Parabolrinnenkraftwerke) gebaut wurden [25]. Bis zum Jahr 2005 wurden keine ähnlichen Kraftwerke installiert [5].

2015 waren nach Angaben des russischen Ministeriums für Energie insgesamt 55 MW Photovoltaik EES Russlands installiert [21]. Ihr Anteil beträgt Anfang 2016 etwa 19 % der russischen Solarenergie. Mit dem Beitritt der Krim zur RF kamen mehrere große Solarparks mit einer installierten Gesamtleistung von 230,35 MW hinzu [22]. Ihr Anteil beträgt Anfang 2016 etwa 79 % der russischen Solarenergie.

Darüber hinaus waren im Jahr 2015 nach Daten des Energieministeriums etwa 2,6 MW in den isolierten Energiesystemen vor allem in Jakutien installiert. Auf diese Weise wurden etwa 98% Solarenergie der RF im Zeitraum zwischen 2014 und 2015 installiert.

Windenergie

1882 gab es Deutschland 18.901 Windkraftanlagen zum Mahlen von Getreide, zum Wasserpumpen und für andere Aufgaben. Im Russischen Kaiserreich waren es Anfang des 20 Jahrhunderts mehr als 200.000 Windkraftanlagen. Die Technologie und das Design waren bezüglich der Anpassung an die Windrichtung und an die Windstärke nahezu perfekt [5]. Dann wurden jedoch nahezu alle historischen Windkraftanlagen durch Dampfmaschinen, Diesel- und Elektromotoren ersetzt.

Trotz dieser Entwicklungen schuf 1918 der russische Wissenschaftler W. Zalewski eine „vollständige Theorie der Windmühlen". Prof. N.J. Schukowski entwickelte 1925 die Theorie der Windturbine und organisierte eine Turbinenabteilung im TsAGI (Aero-Hydrodynamisches Zentralinstitut). Der Erfinder A.G. Ufimtsew aus Kursk war seiner Zeit weit voraus: er baute 1931 die erste Windkraftanlage mit Trägheitsspeicher, so dass auch bei Windstille Strom abgegeben werden kann [5].

In den 30-er Jahren des 20. Jahrhunderts produzierte die Sowjetunion ein breites Spektrum von Windkraftanlagen mit einer Kapazität von 3-4 kW, die in größeren Serien hergestellt wurden. 1931 nahm im Gebiet Balaklawa auf der Krim die zu jener Zeit größte netzgekoppelte Windkraftanlage Jaltiskaja ihren Betrieb auf. Der Rotor hatte einen Durchmesser von 30 m und die Leistung betrug 100 kW. Im Süden der UdSSR wurden danach Dutzende ähnlicher Windkraftanlagen installiert [5].

Von 1950 bis 1960 produzierte die UdSSR jährlich bis zu 9.000 Windkraftanlagen mit Leistungen bis zu 30 kW. Während der Gewinnung von Neuland in Kasachstan wurde ein Windpark gebaut, der gemeinsam mit einem Dieselmotor eine Gesamtleistung von 400 kW aufwies und als Prototyp für moderne Windparks und Wind-Diesel-Systeme gilt [5].

Von 1960 bis in die späten 80er Jahre konzentrierte sich die sowjetische Energiepolitik auf die Entwicklung und den Bau von großen Wärmekraftwerken, Wasserkraftwerken und Atomkraftwerken. Am 17. September 1987 wurde das Dekret des Ministerrats der UdSSR № 1052 „Über die beschleunigte Entwicklung der Windenergietechnik von 1988–1995" angenommen. Demnach plante man bis 1995 57.000 Windenergieanlagen einzuführen (zu bauen) [5]. Dies ist eine ganz unglaubliche Zahl; wenn man beachtet, dass die Zahl der Windkraftanlagen am Ende des Jahres 2015 in Deutschland nicht mehr als 26.774 beträgt. Deutschland ist weltweit der drittgrößte Windstromerzeuger.

Es gab Pläne für Pilotprojekte, wie z.B. den Leningradskaja Windpark am Ufer des finnischen Meerbusens mit 25 MW, den Dsungarskaja Windpark in der Kasachische SSR mit 15 MW und den Krymskaja Windpark an der Ostküste der Krim mit 125 MW. Im Zusammenhang mit der Perestroika und dem Zusammenbruch der UdSSR konnten diese Pläne nicht verwirklicht werden [5].

Anfang Januar 2016 waren in der RF Windkraftanlagen mit 103,16 MW [23] installiert. Mit dem Beitritt der Krim zur RF kamen kurz vorher mehrere große Windparks mit einer installierten Gesamtleistung von 88,41 MW [22] hinzu, die derzeit etwa 86% der installierten Leistung in der RF ausmachen.

Bioenergie

Die russische Landwirtschaft produziert jährlich 773 Millionen Tonnen Abfälle, aus denen man 66 Mrd. m^3 Biogas oder etwa 110 Milliarden Kilowattstunden Strom bekommen könnte." sagte der Stellvertreter des Generaldirektors der Russischen Energieagentur (REA) Wladimir Baskow [18].

In der RF gibt es derzeit 4 Biogasanlagen mit BHKWs, zwei davon befinden sich im Gebiet Belgorod, eine im Gebiet Wladimir und eine im Gebiet Kaluga. Die größte russische Biogasanlage „Lutschki" bei Belgorod mit einer Kapazität von 3,6 MW wurde 2012 erweitert. Die Anlage wird vom russischen Unternehmen „AltEnergo" betrieben, das sich auf die Umsetzung von innovativen Projekten bei alternativen Energien spezialisiert hat und sich mit den Tests, der Einführung und die Förderung der neuen Technologien beschäftigt.

Die Herstellung von Holzpellets nahm von 2009–2014 stetig zu und betrug 2014 nach Angaben des Unternehmens Intesco Research Group 878.000 Tonnen [20].

Nach Angaben von dem Vizepräsidenten der Russischen Vereinigung für Windkraftindustrie A.J. Kopylow derzeit 32 Heizkraftwerke bei industriellen Unternehmen mit einer Gesamtleistung von 1145,6 MW. Sie verwenden unter anderem Zellstoff, Papier und Holz als Brennstoff bei der Verarbeitung von Rohstoffen. Der Beitrag der Biomasse zur installierten Leistung der Stromproduktion wird von den Autoren mit 624 MW (55%) angenommen. Den restlichen Teil der Energie erzeugen die Heizkraftwerke aus fossilen Energien.

Geothermie

Geothermiekraftwerke befinden sich in der RF vor allem in Regionen mit hohem geothermischen Potenzial in isolierten Energiesystemen wie auf den Kurilen Inseln, der Sachalin Insel und im Gebiet Kamtschatka. Ein sehr großes Potenzial an Geothermie hat Südrussland. In den Gebieten Krasnodar, Stawropol und in der Republik Dagestan sorgen geothermische Kraftwerke für die Wärmeversorgung [21].

1966 wurde das erste Geothermiekraftwerk „Pauzhetskaja“ mit 12 MW in Kamtschatka gebaut. 1999 wurde Geothermiekrafftwerk „Werkhne-Mutnowskaja“ mit 12 MW in Betrieb genommen und 2015 auf 50 MW erweitert. Weitere Kraftwerke sind „Mendelejewskaja“ mit einer Leistung von 3,6 MW und „Okeanskaja“ mit einer Leistung von 2,5 MW.

Allgemeiner Stand Anfang 2016 zu den erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation

Angesichts der großen Kapazität der Wasserkraft ist die Restkapazität der übrigen erneuerbaren Energien klein. Darüber hinaus ist es schwierig, zuverlässige Daten zu erneuerbaren Energien zu ermitteln.

Die Verordnung № 1-r der Regierung vom 8 Januar 2009 zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Verwendung erneuerbarer Energien verdeutlicht „das Fehlen angemessener Informationsmedien, einschließlich Informationen zu potenziellen Ressourcen erneuerbarer Energien, sowie zuverlässige Daten über die Ergebnisse abgeschlossener Projekte“ [13]. Dies ist einer der Faktoren für den „niedrigen Entwicklungstand der Stromwirtschaft auf der Basis erneuerbarer Energien“, den die Autoren mit dieser Studie getroffen haben.

Die Verordnung bewertet die Anwendung erneuerbarer Energien (ohne Wasserkraftwerke mit einer installierten Kapazität mehr als 25 MW), derzeit mit nicht mehr als mit 2200 MW. Mit erneuerbaren Energien werden in der RF bis zu 8,5 Milliarden. kWh Strom (ohne Wasserkraftwerke installierter Leistung über 25 MW) produziert, was weniger als 1 Prozent der gesamten Stromerzeugung in der Russischen Föderation ausmacht» (gemäß der Fassung von 10. November 2015) [13].

In diesem Zusammenhang haben die Autoren zur Einschätzung der Potentiale und der tatsächlichen Werte der erneuerbaren Energien Russlands unabhängige Berechnungen durchgeführt: die Anteile erneuerbarer Energien in der Gesamtleistung der Kraftwerke in der Russischen Föderation und an der Stromerzeugung, vor allem aufgrund verfügbarer Daten des Ministeriums für Energie der RF [10, 11] und elektronischen Ressourcen (z.B. Berichte über die Funktionierung EES Russlands in den 2009-2014, 2015 Jahren [21], IRENAs Bericht für installierte Leistung erneuerbarer Energien in der Welt 2016 [23], Daten der Energieversorgungsunternehmen der isolierten Gebiete).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 2 und am Bild 5 angeführt.

Die allgemeine Tendenz der Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation von 2000–2015 Jahren hat eine positive Dynamik (Abb. 6).

Die russische Regierung zielt auf eine Steigerung erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung von 4,5% (ohne Wasserkraftanlagen größer als 25 MW gerechnet) bis zum Jahr 2024 ab [13].

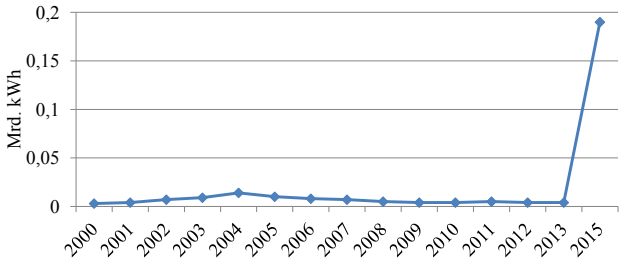


Abb. 3. Stromerzeugung durch Windkraft in der RF von 2000–2013 und 2015 (Quellen: Persönliche Mitteilungen mit P.P.Bezrukikh für 2000–2013 Jahre, Ministerium für Energie der RF und Berechnungen der Autoren für 2015)

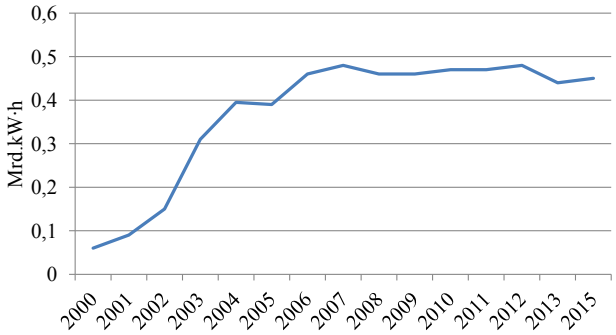


Abb. 4. Stromerezeugung durch Geothermie in der RF von 2000–2013 und 2015 (Quellen: Quellen: Persönliche Mitteilungen mit P.P.Bezrukikh für 2000–2013 Jahre, Berechnungen der Autoren für 2015)

Es gibt begründete Argumente für eine Erhöhung dieses Ziels und eine Einführung von zusätzlichen Zielen. Zum Beispiel nach dem „Alternativszenario“ Greenpeace Russland sollte für eine vollständige Entwicklung der erneuerbaren Energien in der Russischen Föderation die Zielsetzung des Anteils der EE an der Stromerzeugung von 4,5 % auf 13 % erhöht werden [24].

Schlussfolgerung

Der technische Fortschritt und die Lösung der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Probleme sind heute und in Zukunft erneuerbare Energien. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt in der Russischen Föderation ist gering verbunden mit einer Entwicklung der erneuerbaren Energien. Die gesetzlichen Grundlagen für eine groß angeleg-

Tabelle 3 – Berechnung der Werte Anfang 2016 für Kraftwerke EES Russlands und isolierter Energieversorgungssysteme unter Berücksichtigung der erneuerbaren Energien

Energiequelle	Installierte Leistung, in MW	Anteil in Gesamtleistung, in %	Stromerzeugung, in Mrd. kW·h	Anteil in Stromerzeugung, in %
Kraftwerke von industriellen Betrieben (hauptsächlich Wärmekraftwerke)	10 285,08	4,24	57,7	5,48
Erdgas	–	–	430,95	40,9
Kohle	–	–	191,53	18,18
Erdöl	–	–	61,56	5,84
Fossile insgesamt	162 689,84	67,13	684,04	64,92
Atomkraft	27194	11,22	195,46	18,55
Unerneurbare insgesamt	189 883,84	78,35	879,5	83,48
Wasserkraftwerke > 25 MW	49413	20,39	169,48	15,94
Wasserkraftwerke ≤ 25 MW	720,65	0,3	2,81	0,27
Pumpspeicherkraftwerke	1215,9	0,5	–	–
Wasserkraftwerke insgesamt	51 349,35	21,19	169,9	16,13
Tidenenergie	1,7	0,0007	0,0034	0,00032
Photovoltaik	293,16	0,12	0,42	0,04
Windenergie	103,21	0,04	0,19	0,018
Biomasse	624,35	0,26	3,12	0,30
Geothermie	82	0,03	0,45	0,043
Erneuerbare ohne Wasserkraft > 25 MW	1825,07	0,75	7	0,39
Erneuerbare insgesamt	52 453,77	21,64	174,09	16,52
Alle Kraftwerke insgesamt	242 337,61	100	1053,59	100

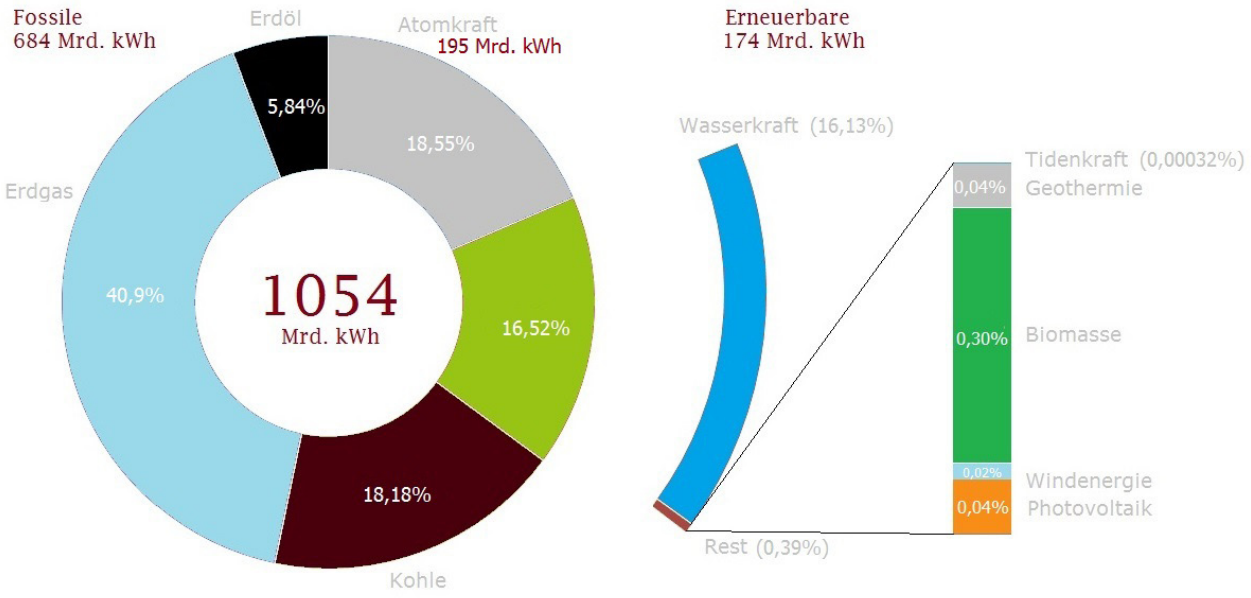


Abb. 5. Der Strommix in der Russischen Föderation 2015

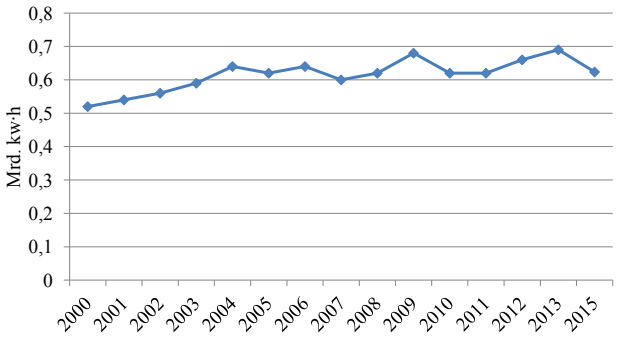


Abb. 6. Der Anteil der EE in Stromerzeugung (ohne Wasserkraft > 25 MW und Solarenergie) (Quellen: Persönliche Mitteilungen mit P.P. Bezrukikh für 2000–2013 Jahre, Berechnungen der Autoren für 2015)

te Entwicklung der EE sind noch nicht geschafft. Einzelne Aspekte der Entwicklung der erneuerbaren Energien, wie zum Beispiel, der ökologische und der gesellschaftliche soll man besonders wichtig forschen.

Die fortlaufende Entwicklung der erneuerbaren Energien von der Weltentstehung in den 1970-er Jahren, dem Gipfel in den 1990-er Jahren und bis zur Gegenwart, fehlt in Russland. Nach dem Zusammenbruch der UdSSR ist die Entwicklung der erneuerbaren Energien stehen geblieben, aber nach und nach erneuert worden.

Die erneuerbare Energie in der Russischen Föderation ist gering mit Kapazitäten von Solarenergie, Windenergie, Geothermie sowie Biomasse vertreten, die man unter Berücksichtigung des globalen Trendes zur Energiewende von fossilen Brennstoffen und Atomenergie auf erneuerbare Energien gezielt entwickeln sollte.

Literatur

1. David Bielo. 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels [Elektronische Ressource] : Scientific American, 2013. : [Website]. URL: http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/ (Letzter Zugriff: 17.02.2016).

2. Die Ressourcen sind zu Ende: Erdöl, Lebensmittel, Wasser (Russisch: Ресурсы подходят к концу: нефть, продукты, вода). [Elektronische Ressource] Westi. 01.03.2012. : [Website]. URL: http://www.vestifinance.ru/articles/8250 (Letzter Zugriff: 25.03.2016).

3. Alexandr Orlow, Alexei Topalow, Wladimir Todorow. 130 Budgets Russlands unter der Erde (Russisch: 130 бюджетов России под землей). [Elektronische Ressource] 26.01.2015. : Moskau, 2016. [Website]. URL: http://www.gazeta.ru/business/2015/01/26/6327017.shtml (Letzter Zugriff: 25.03.2016).

4. LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS – VERSION 8. [Elektronische Ressource] : Lazard. Die USA, September 2014. : [Website]. URL: https://www.lazard.com/media/1777/levelized_cost_of_energy_-_version_80.pdf (Letzter Zugriff: 28.05.2016).

5. Wladimir Sidorowitsch. Energieweltrevolution : Wie erneuerbare Energien unsere Welt umgestalten werden (Russisch: Мировая энергетическая революция : Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир). M. : Albina Publischer, 2015. 208 S.

6. Bezrukikh P.P. Erneuerbare Energiewirtschaft wie eine Grundlage der innovativen Entwicklung Russlands und eine Maßnahme der Überwindung der Krise (Russisch: Возобновляемая энергетика как одно из оснований инновационного развития России и мера преодоления кризиса) // Elektrika. 2010. № 6. S. 3–13.

7. Bezrukikh P.P., Degtjarjow W.W., Elistratow W.W. [und and.]. Handbuch für Ressourcen der erneuerbaren Energien Russland und lokale Arten von Kraftstoffen vom Jahr 2007 (Russisch: Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива 2007 года). / unter der Fassung Dr. Techn. Sc. Bezrukikh P.P. M. : «IATs Energia», 2007. 272 S.

8. Wertung der Regionen nach der Stufe der Energiezugänglichkeit in 2015 (Russisch: Рейтинг регионов по уровню энергодостаточности в 2015 году). [Elektronische Ressource] : RIA Wertung. Moskau, 2015. : [Website]. URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/energodeficit012016.pdf (Letzter Zugriff: 05.04.2016).

9. Scherjyazow S.K., Ptaschkina-Girina O.S. Anwendung der erneuerbaren Energiequellen in Landwirtschaft (Russisch: Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве). Tscheljabinsk : RIO TschGAA, 2013. 222 S.

10. Malik L. K. Unkonventionelle Ökologie. Anrufe der dezentrallen Energieversorgung Russlands (Russisch: Нетрадиционная экология. Вызовы децентрализованного энергоснабжения России). [Elektronische Ressource] : Ökozentrum «Worobiewy Gory». Moskau, 2016. : [Website]. URL: http://www.ecocenter-vg.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=137:2012-01-12-08-33-35&catid=46:2011-10-14-07-17-01&Itemid=71 (Letzter Zugriff: 06.04.2016).

11. Die wichtigsten Merkmale der russischen elektrischen Energiewirtschaft (Russisch: Основные характеристики российской электроэнергетики). [Elektronische Ressource] Ministerium für Energie der Russischen Föderation. Moskau, 2016. : [Website]. URL: http://minenergo.gov.ru/node/532 (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

12. Die Hauptzahlen (Russisch: Основные показатели). [Elektronische Ressource] Ministerium für Energie der Russischen Föderation. Moskau, 2016. : [Website]. URL: http://minenergo.gov.ru/node/1161 (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

13. Hauptrichtungen der staatlichen Politik zur Erhöhung der Energieeffizienz bei der Elektroenergie unter Verwendung erneuerbarer Energien zum Jahr 2024 (Russisch: „Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года“) : Verordnung der Regierung RF vom 8. Januar 2009 № 1-r. [Elektronische Ressource] Die Regierung der Russischen Föderation : Moskau, mit Abänderungen und Ergänzungen vom 10.11.2015. : [Website]. URL: http://government.ru/docs/2180/ (Letzter Zugriff: 10.01.2016).

14. Aktuelle gesetzliche Grundlagen der Russischen Föderation im Bereich erneuerbarer Energien (Russisch: Современная законодательная база Российской Федерации в области возобновляемой энергетики). [Elektronische Ressource] : GIS «Erneuerbare Energien Russlands», 2012. : [Website]. URL: http://gisre.ru/useful/menu-regulations/menu-regulations-base (Letzter Zugriff: 25.05.2016).

15. L.P. Mikhailow, B.N. Feldman, T.K. Markanowa [und and.]. Kleine Wasserkraft (Russisch: Малая гидроэнергетика). M. : Energoatomizdat, 1989. 180 S.

16. Russische Wasserkraft (Russisch: Российская гидроэнергетика). [Elektronische Ressource] : RusHydro. Moskau, 2016. [Website]. URL: http://www.rushydro.ru/industry/russianhydropower/ (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

17. Gezeitenkraftwerke: ferne Zukunft oder morgen? (Russisch: Приливные электростанции: далекое будущее или завтрашний день?). [Elektronische Ressource] Analytische Gruppe Baltiiskie boevye slony, 09.07.2012. СПб, 2016. : [Website]. URL: http://www.baltslon.ru/eng/publications/article252/ (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

18. Aus Müll der russischen Landwirtschaft und Industrie kann man 110 Mrd. kWh erhalten (Russisch: 110 млрд кВт.ч можно получать ежегодно из отходов российского АПК). [Elektronische Ressource] : 28.06.2011. Biokraftstoffsportal. [Website]. URL: http://www.woodpellets.com/cgi-bin/cms/index.cgi?ext=news&lang=1&nid=1703&sub=show_news (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

19. Markt der Holzpellets. Egebnisse-2014 (Russisch: Рынок древесных топливных гранул. Итоги-2014) [Elektronische Ressource] Der erste Portal der Holzindustrie, 02.07.2015. Sankt Petersburg, 2016. : [Website]. URL: http://www.wood.ru/ru/nlari02.html (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

20. W. A. Butuzow, G. W. Tomarow, W. H. Schetow. Geothermiesystem der Wärmeversorgung mit Anwendung der Solarenergie und Wärmepumpen (Russisch: Геотермальная система теплоснабжения с использованием солнечной энергии и тепловых насосов). [Elektronische Ressource] AWOK, Non-profit Partnerschaft der Ingenieure. Moskau, 2016 : [Website]. URL: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3977 (Letzter Zugriff: 07.04.2016).

21. Bericht über die Funktionierung EES Russlands im 2015 (Russisch: Отчет о функционировании ЕЭС России в 2015). [Elektronische Ressource]: Systemoperator des Einheitlichen Energieversorgungssystems. Die Russische Föderation, 2016. [Website]. URL: http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2016/ups_rep2015.pdf (Letzter Zugriff: 15.03.2016).

22. Über Genehmigung der Plans und Entwicklungsprogramms des Einheitlichen Energieversorgungssystems in den Jahren 2015-2021 (Russisch: „Об утверждении схемы и программы развития единой энергетической системы России на 2015-2021 годы“) : Order des Ministeriums für Energie der Russischen Föderation vom 9. September 2015 №627. [Elektronische Ressource] Ministerium für Energie der Russischen Föderation. : Moskau, 09.09.2015. : [Website]. URL: http://minenergo.gov.ru/node/1287 (Letzter Zugriff: 10.01.2016).

23. IRENA Renewable Capacity Statistics 2016. Report. [Elektronische Ressource] Internationalle Organisation für Erneuerbare Energien. Bericht 2016. : [Website]. URL: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pdf (Stand: 07.04.2016).

24. Alternatives Energieszenario (Russisch: Альтернативный энергетический сценарий). [Elektronische Ressource] : Greenpeace Russlands. Moskau, 2016. : [Website]. URL: http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/climate/alternative/ (Letzter Zugriff: 05.04.2016).

25. Volker Quaschning. Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende. 3. Auflage. München : Carl Hanser Verlag, 2013. 373 S.

Dmitrii Kuznetsov, Doktorand des Lehrstuhls für Elektrizitätsversorgung der Landwirtschaft, «Staatliche Agraruniversität Südural» (SAUSU), Institut für Agraringenieure (IAI).
E-Mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Hartwig Mennen, Doktor der Agrarwissenschaften, 1. Vorsitzender des Vereins LOGO e.V. und Freiberufler (Agrar und Umwelt Mennen Consult), (Lienen, Deutschland).
E-Mail: mennen@agrarumwelt.de.

* * *

УДК 620.91

АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Д. С. Кузнецов, Х. Меннен

Проведен анализ состояния возобновляемых источников энергии в Российской Федерации через призму исторического развития. Известны отдельные показатели по производству электричества из различных источников энергии до 2015 года. Отсутствуют совокупные данные по каждому источнику энергии, по которым можно было бы определить актуальное систематическое состояние, потенциал и тенденции развития возобновляемой энергетики России. Недостаточно изучен потенциал возобновляемых источников энергии и влияние других факторов на их развитие. Цель работы: путем систематического подхода выявить ключевые факторы и тенденции в развитии возобновляемой энергетики в России. Дана комплексная оценка показателей электроэнергетики Российской Федерации по структуре источников энергии, в том числе возобновляемых. История развития отрасли и концепции возобновляемых источников энергии в России имеет своеобразную специфику. Крупные внутренние трансформации и внешние события оказали влияние на развитие возобновляемой энергетики. Требуется более последовательное и постоянное развитие. Современная энергетическая стратегия Правительства Российской Федерации направлена на увеличение доли использования возобновляемых источников энергии в производстве электрической энергии с примерно 0,5 % на 2015 год до 4,5 % в 2024 году (без учета ГЭС мощностью больше 25 МВт).

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, энергетическая система России, энергетика России, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), возобновляемая энергия, факторы развития, энергетический потенциал, технический потенциал, экономический потенциал, использование потенциала, гидроэнергетика.

В российской истории известно немало примеров негативных последствий использования ископаемого и ядерного топлив. Самыми серьезными являются аварии на Чернобыльской атомной электростанции 1986 года и Кыштымская авария на производственном объединении Маяк 1957 года.

Угольные, нефтяные и газовые электростанции портят окружающую среду вредными веществами и повышают содержание CO_2 в атмосфере. Таким образом, очевидна необходимость перевода сознания на долгосрочное и безопасное энергообеспечение.

Альтернативное и наиболее безопасное развитие энергетики предлагают возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Под этим понимают носители энергии, которые можно полезно использовать, практически неисчерпаемы или относительно быстро возобновляются. До начала индустриализации они были важнейшими источниками энергии во всем мире. Возобновляемой энергией считается солнечная энергия, ветра, гидроэнергия, приливов и отливов, морских волн, геотермальная, а также энергия биомассы. Возобновляемые источники энергии используются в производстве электричества и тепла, передвижения, для проведения мероприятий по энергоэффективности и энергосбережению в «зеленом строительстве».

Российская Федерация – это огромная страна со сложной энергетической системой, состоящая из 7 объединенных энергосистем, которые образуют Единую Энергетическую Систему (ЕЭС) России [11]. Остальные энергосистемы, электрическая мощность которых составляет 3,25%, называются технологически изолированными [11]. Особые интерес и одновременно сложность представляет собой оценка долей различных источников энергии в установленной мощности электростанций и производстве электроэнергии, в том числе и возобновляемых источников энергии.

По расчетам авторов, доля ВИЭ в производстве электроэнергии всеми электростанциями России составляет около 16,52% (с учетом всех гидроэлектростанций, которые составляют примерно 16,13%). Таким образом, солнечная, ветровая, геотермальная и энергия биомассы дают всего около 0,39% электричества стране при экономически возможных 137%. Существуют несколько специфичных факторов, повлиявших и создающих дополнительные стимулы для развития возобновляемой энергетики в России.

Факторы развития возобновляемой энергетики в России

Россия исторически обладает большими запасами ископаемых энергоносителей. Это позволяет использовать внутри страны недорогостоящие энергоресурсы и осуществлять ими торговлю с зарубежными странами, что положительно сказывается на экономике. В связи с очень широкой доступностью ископаемых энергоносителей, доля ископаемого топлива в производстве электроэнергии на электростанциях РФ высока и составляет 64,92%.

Однако углеводородные ресурсы истощаются, в то время как стоимость их добычи растет. Анализ исследований последних лет по добыче углеводородных ресурсов в Российской Федерации показывает, что при текущей добыче современных технически и экономически доступных ресурсов нефти осталось всего на 20–30 лет [2, 3], газа – на 80 лет [2], угля – на 400 лет [3]. Углеводородные энергоносители в обозримом будущем просто закончатся, поскольку они обладают конечным потенциалом, в отличие от возобновляемых, потенциал которых неисчерпаем.

Технический потенциал ВИЭ Российской Федерации оценивается от 4,6 [13] до 24,221 [7] млрд т у.т./год (оценка на 2007 год), что соответствует 83-кратному производству электроэнергии из ископаемого и ядерного топлив в сравнении с 2015 годом). Наиболее полная оценка потенциала приведена в таблице 1.

По цифрам, приведенным в таблице 1, следует принять во внимание, что с 2007 года технический и экономический потенциалы увеличились, а конкурентоспособность и рентабельность возобновляемых источников энергии постоянно растут.

Кроме того, технический и экономический потенциалы значительно увеличились за счет вхождения Крыма в состав Российской Федерации в 2014 году, поскольку полуостров обладает высоким потенциалом солнечной, ветровой и энергии биомассы. Но даже по показателям на 2007 год видно, что страна может обеспечить себя и даже экспортировать энергию, выработанную за счет возобновляемых источников.

Тенденция развития электроэнергетики показывает, что это вопрос только времени, когда электричество тепловых (ТЭС) и атомных электростанций (АЭС) станет дороже электричества ВИЭ-электростанций в России. Возобновляемые источники энергии уже сегодня экономически конкурентоспособны с ископаемым топливом в производстве электроэнергии. В сентябре 2014 г. инвестиционный банк Lazard выпустил очередное исследование по приведенной стоимости производства электричества LCOE для различных видов электрической генерации (табл. 2) [4].

Особое внимание обращает на себя динамика падения затрат на производство 1 МВт·ч электроэнергии в 2009–2014 гг. Для ветряной генерации падение составило 58%, для солнечной – 78%, а результаты исследования в целом говорят в пользу возобновляемой энергетики [5]. Кроме того, согласно отчету Международного агентства по возобновляемым источникам энергии IRENA под названием «Стоимость генерации в возобновляемой энергетике в 2014 г.», стоимость производства электричества береговыми ветряными электростанциями, в геотермальной и гидроэнергетике, а также на основе биомассы равна или ниже, чем стоимость генерации угольными, газовыми и дизельными электростанциями даже без финансовой поддержки и при падающих ценах на нефть [5].

Каждый регион РФ является перспективным в плане освоения ресурсов ВИЭ, но при этом многие регионы испытывают энергодефицит [8, 9], а доставка топлива в отдаленные регионы РФ увеличивает себестоимость электроэнергии в разы [5]. Строительство протяженных

ЛЭП также в разы увеличивает затраты и усложняет обслуживание системы.

На решение этих проблем призвана «распределенная генерация» (РГ), в которую идеальным образом вписываются возобновляемые источники энергии. Концепция РГ подразумевает собой электростанции малой мощности, располагаемые вблизи потребителей и использующие местные энергоресурсы [9].

Актуальность использования возобновляемых источников энергии в концепции распределенной генерации демонстрирует тот факт, что примерно 60 % территории Российской Федерации, на которой проживает около 20 миллионов граждан, находится вне зон централизованного энергоснабжения [10], поэтому многие регионы РФ не входят в состав Единой энергетической системы (ЕЭС) России (рис. 1), образуя изолированные энергосистемы.

К изолированным (рис. 1) относятся энергорайоны, расположенные в энергосистемах Чукотского автономного округа, Камчатской, Сахалинской и Магаданской областей, Норильско-Таймырского и Николаевского энергорайонов, энергосистемы центральной и северной частей Республики Саха (Якутия), а также Крымской энергосистемы [11].

В 2015 году 50 из 72 регионов РФ оказались энергодефицитными при том, что, например, среди них находится Московская область с 31,8 %

Таблица 1 – Потенциал возобновляемых источников энергии Российской Федерации в 2007 году и оценка возможностей замещения ископаемого и ядерного топлив в производстве электроэнергии по 2015 году

Источник энергии	Теоретический потенциал, млн т у.т./год*	Технический потенциал		Потенциальная доля замещения ископаемого и ядерного топлив***, %	Экономический потенциал		Потенциальная доля замещения ископаемого и ядерного топлив***, %
		млн т у.т./год*	млрд кВт·ч/год		млн т у.т./год	млрд кВт·ч/год	
Геотермальная энергия	2 287 400 000	11 869	35 607***	3983	114*	342***	38
Гидроэнергия	–	566***	1670**	190	289***	852**	97
Малые гидроресурсы	402	126	372*	42	70*	205*	23
Приливная энергия (на примере Мезенской, Пенжинской и Тугурской ПЭС)	–	83	253*	28	–	–	–
Волновая энергия (Баренцево и Белое моря)	–	150***	450	50	–	–	–
Солнечная энергия	2 205 400	9676	29 028***	3247	3*	9***	1
Ветровая энергия	886 256	2216	6517*	744	11*	33*	4
Биомасса	468	140	420***	47	69*	207***	23
Итого	2 290 493 089	24 700	73 945	8289	486	1443	163

Примечания: * – цифры взяты из [7]; ** – цифры взяты из [15]; *** – расчеты авторов.

Таблица 2 – Приведенная стоимость производства электричества LCOE (данные для США)

Источник энергии	LCOE, $/МВт·ч (без учета субсидий)
Парогазовые установки	61–87
Газ (пиковая электростанция)	179–230
Уголь	66–151
Дизельные электростанции	297–332
Атомная энергия	92–132
Ветроэлектростанции (оншорные)	37–81
Фотовольтаика	72–265
Биомасса	87–116
Геотермальные электростанции	89–142

и Чеченская республика со 100% энергодефицитами [8]. Решение проблем энергодефицита регионов РФ возможно путем создания не только государственных, но и региональных программ по внедрению ВИЭ. Так, Чеченская Республика обладает высоким потенциалом практически каждого вида возобновляемой энергии.

Существенно тормозит распространение возобновляемой энергетики в Российской Федерации субсидирование газовой, угольной и атомной энергетик, а также низкие российские тарифы на производство электроэнергии, не учитывающие социальный и экологический ущербы от использования ископаемого топлива [6]. В российском законодательстве до сих пор не создано прочной основы для развития возобновляемых источников энергии в промышленных масштабах.

Законодательство в области ВИЭ

На сегодняшний день в Российской Федерации отсутствует Федеральный закон о возобновляемых источниках энергии, хотя законодательство в области ВИЭ постепенно развивается. Существовали наброски и инициативы такого закона [6, 14].

В 1999 году был принят Проект Федерального Закона «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии», однако после всех чтений он был отклонен Президентом РФ [14].

В 2004 году в рамках Координационного совета РАО «ЕЭС России» по ветроэнергетике был подготовлен первый вариант нового проекта федерального закона о возобновляемых источниках энергии, предусматривающего систему мер поддержки возобновляемой энергетики. Последовавшая за этим интенсивная работа группы специалистов закончилась принятием в ноябре 2007 г. поправок к действующему федеральному закону № 35-ФЗ от 26 марта 2003 года «Об электроэнергетике». Поправки впервые зафиксировали основные положения системы законодательной поддержки развития ВИЭ в РФ благодаря Федеральному закону от 4 ноября 2007 г. № 250-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с осуществлением мер по реформированию Единой энергетической системы России» [6, 14]. Поправки содержали положения по надбавкам к оптовой цене, которые после очередных поправок были заменены Договорами о поставке мощности (ДПМ). Согласно ДПМ, инвесторы получают выгоды от поставок установленной мощности ВИЭ по регулируемым ценам.

Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» устанавливает правила отбора проектов ВИЭ, порядок поставки мощности (в МВт или МВт в месяц), определения цены на мощность ВИЭ на оптовом рынке электроэнергии. По данному Постановлению, механизм поддержки ВИЭ определен на основе ДПМ.

Рис. 1. Карта энергосистем Российской Федерации (Источник: Системный оператор ЕЭС России)

Механизм поддержки ВИЭ с помощью ДПМ на розничном рынке электроэнергии, где возобновляемые источники энергии имеют наибольшую привлекательность, регламентируется действующим с недавних пор Постановлением Правительства РФ № 47 от 23.01.2015.

Хотя финансовый механизм на законодательном уровне определен, он является слишком неоднозначным для инвесторов и общества в целом. Кроме того, механизм поддержки ВИЭ за счет платы за мощность является уникальным и неопробованным в мировой практике.

На данный момент, наиболее содержательным законодательным актом, касательно возобновляемых источников энергии, является Распоряжение Правительства № 1715-р от 13.11.2009 г. «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года», в котором обоснована необходимость и пути развития ВИЭ в Российской Федерации.

Мероприятия и конкретные показатели по развитию, а также проблемы возобновляемой энергетики, установлены в Распоряжении Правительства № 1-р от 08.01.2009 г. «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года». По Распоряжению, доля возобновляемых источников в производстве электрической энергии должна возрасти до 4,5% в 2024 году (без учета ГЭС мощностью более 25 МВт). Кроме того, должно быть введено 3600 МВт мощности ветроустановок, 1520 МВт фотоэлектрических установок и 751 МВт ГЭС единичной мощностью менее 25 МВт [13].

Существует также Федеральный закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (Федеральный закон РФ № 261-ФЗ от 23.11.2009 г.), в котором зафиксирована необходимость развития энергосбережения и энергоэффективности совместно с возобновляемыми источниками энергии.

Несмотря на изобилие различных законодательных актов, нельзя сказать, что законодательство в области ВИЭ имеет системный характер. Таким образом, эффективные законодательные основы для крупномасштабного развития ВИЭ пока не созданы.

Гидроэнергетика

К 1917 г. мощность всех 78 ГЭС Российской Империи составляла около 16 МВт (из них только 2 имели мощность более 1 МВт – Алавердинская 1,1 МВт на р.Дебед (Армения) и Гиндукушская 13 МВт на р. Мур-габ (Туркестан)). Кроме того, в стране насчитывалось до 2 тыс. мелких гидротурбинных установок общей мощностью около 90 МВт, работавших на механические приводы, и около 40 тыс. мельниц (около 280 МВт) с водяными колесами со средней мощностью около 10 л.с. (около 7 кВт) каждая [15]. Таким образом, совокупная мощность гидроэнергетики в РИ составляла примерно 386 МВт.

Крупное освоение гидроэнергии началось после Октябрьской революции. 22 декабря 1920 года в СССР был утвержден знаменитый план ГОЭЛРО по электрификации всей страны [15]. Глава плана, посвященная гидроэнергетике, называлась «Электрификация и водная энергия». В ней указывалось, что гидроэлектростанции могут быть экономически выгодными, главным образом, в случае комплексного использования: для выработки электроэнергии, улучшения условий судоходства или мелиорации. Предполагалось, что в течение 10–15 лет в стране можно соорудить ГЭС общей мощностью 21 254 тыс. лошадиных сил (около 15 000 МВт), в том числе в европейской части России – мощностью 7394, в Туркестане – 3020, в Сибири – 10 840 тыс. л.с. Однако впоследствии было запланировано сооружение только 10 ГЭС общей мощностью 640 МВт [15].

«Золотой век» гидроэнергетики пришелся на период с 1930-го по 1990 гг. Общая установленная мощность гидроагрегатов в СССР к 1930 году не превышала 600 МВт. Спустя 60 лет, страна вышла на второе место в мире по установленной мощности ГЭС (65 000 МВт), уступая только США, а по производству электроэнергии (233 млрд кВт·ч/год) – на третье место после США и Канады [16]. Несмотря на сложный период для экономики РФ в 1990-е годы, гидроэнергетика развивалась и продолжает развиваться.

На сегодня в Российской Федерации широко используется гидроэнергия. На начало 2016-го года, по данным Министерства Энергетики РФ, суммарная установленная мощность гидроэлектростанций в Единой энергетической системе составляет 47 855,18 МВт, или 20,34% от совокупной мощности всех электростанций в стране [11]. В совокупности мощность гидроэнергетики в Российской Федерации составляет примерно 51 349 МВт гидроэнергии (по оценкам авторов). Как по установленной мощности, так и по производству электричества

(169,9 млрд кВт·ч в 2015 году) [12] Российская Федерация занимает пятое место в мире после Китая, США, Бразилии и Канады [5, 16]. При этом по экономическому потенциалу гидроэнергоресурсов (порядка 852 млрд кВт·ч) Российская Федерация занимает второе место в мире после Китая [16]. Таким образом, гидроэнергия используется в РФ пока только на 20% от всего экономического потенциала [16].

В течение последних 10 лет доля выработанной электроэнергии от ГЭС ЕЭС России варьируется с 15,2 до 17,4%. Динамика изменения доли ГЭС в производстве электроэнергии ЕЭС России за последние 7 лет показана на рисунке 2.

Приливная энергетика

Россия среди немногих стран мира представлена в приливной энергетике. Кроме России, на сегодняшний день приливные электростанции действуют только в Южной Корее, Франции, Канаде, Великобритании и Китае.

На текущий момент в России работает только одна опытная приливная электростанция – Кислогубская ПЭС, расположенная на Баренцевом море. Она была построена еще в 1968 году мощностью всего на 0,4 МВт, на сегодня ее мощность составляет 1,7 МВт.

С 1972 года разрабатывались проекты других крупных ПЭС, например, южного створа Шелихова залива в Охотском море Пенжинской ПЭС на 87,1 ГВт. В случае реализации проекта, Пенжинская ПЭС могла бы стать крупнейшей электростанцией по установленной мощности и выработке электроэнергии в мире (мощность крупнейшей в мире электростанции на 2015 год ГЭС «Три ущелья» составляет

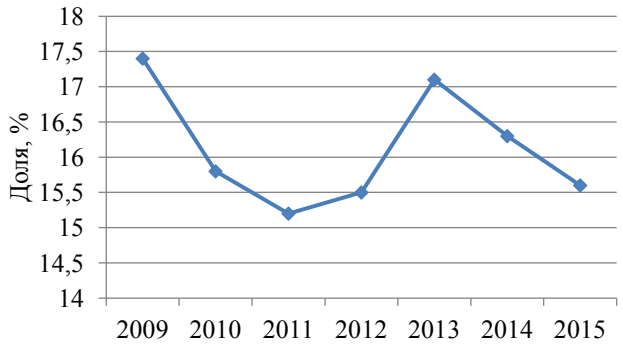


Рис. 2. Динамика изменения доли ГЭС в структуре производства электроэнергии ЕЭС России за 2009–2015 годы (Источник: Отчеты о функционировании ЕЭС России за 2009–2015 годы)

22,5 ГВт). В 1983 году появился также дополнительный проект на 21,4 ГВт для северного створа, разработка которого продолжается и по сей день компанией РусГидро. Энергия приливов может не только обеспечить энергией Дальний Восток России, но и быть передана в энергодефицитные районы Юго-Восточной Азии, например, в Китай или Южную Корею. Однако реализация данных проектов приостановлена ввиду отсутствия инвесторов, удаленности и низкой потребности в энергии ближайших потребителей, а также договоренностей с импортерами [17].

В стадии разработки находятся проекты Тугурской ПЭС мощностью 8 ГВт и Мезенской ПЭС мощностью 11,4 ГВт на Белом море, энергию которой предполагается направить в Западную Европу. В Мурманской области также разрабатываются проекты строительства Северной на 12 МВт и Лумбовской ПЭС [17].

Эти проекты выглядят очень перспективными. Если они будут реализованы, Российская Федерация, вероятно, станет ведущей страной в приливной энергетике.

Солнечная энергетика

В 1986 г., когда вся установленная в мире мощность солнечной генерации составляла всего 21 МВт, в Щелкино вступила в строй Крымская солнечная электростанция мощностью 5 МВт, работающая именно по принципу CSP (солнечные системы концентрирующего типа). В 1990-х годах была закрыта [5]. Насколько передовой была технология, свидетельствует тот факт, что тогда в мире существовала только одна подобная электростанция в калифорнийской пустыне Мохаве [25]. До 2005 г. подобные электростанции нигде не строились [5].

В 2015 году, по данным Министерства энергетики РФ [21], было установлено в сумме 55 МВт фотоэлектростанций (ФЭС) в ЕЭС России, что составляет примерно 19% от всех ФЭС. С вхождением Крыма в состав Российской Федерации, вошли несколько крупных ФЭС суммарной установленной мощностью 230,35 МВт [22], что составляет на 01.01.2016 примерно 79% всех ФЭС РФ.

Кроме того, в 2015 году по данным Минэнерго, около 2,6 МВт было установлено в изолированных энергосистемах (в основном Якутия). Таким образом, порядка 98% ФЭС Российской Федерации появилось в период с 2014-го по 2015 годы.

Ветроэнергетика

В 1882 г. в Германии насчитывалась 18 901 ветряная мельница. В Российской Империи к началу XX века число ветряных мельниц превышало 200 000. К этому времени технология их строительства была доведена до совершенства, а конструкция стала практически идеальной – с вращающимися крышами и саморегулирующимися в зависимости от направления и силы ветра крыльями [5].

В 1918 г. русский ученый В. Залевский создал «Полную теорию ветряных мельниц», в 1925 г. профессор Н.Е. Жуковский разработал теорию ветродвигателя и организовал отдел ветряных двигателей в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ). В 1931 г. курский изобретатель А.Г. Уфимцев на десятилетия опередил свое время, построив первую в мире ветроэлектрическую станцию с инерционным аккумулятором, благодаря которому ветроустановка выдавала электричество даже при отсутствии ветра [5].

В 1930-х годах в СССР производился широкий ассортимент ветроустановок мощностью 3–4 кВт, которые выпускались целыми сериями. В 1931 г. в Крыму, в районе Балаклавы, вступила в строй крупнейшая на тот момент в мире сетевая ветроэнергетическая установка. Ветрогенератор, с диаметром колеса 30 м и мощностью 100 кВт, был на то время самым мощным в мире (мощность ветроагрегатов в Дании и Германии была в пределах 50–70 кВт при диаметре колеса до 24 м). Следом на юге страны были установлены десятки подобных ветрогенераторов [5].

С начала 1950-х гг. страна производила до 9000 ветроустановок в год с единичной мощностью до 30 кВт. В годы освоения целины в Казахстане была сооружена первая многоагрегатная ветроэлектростанция, работавшая в паре с дизелем, общей мощностью 400 кВт – прообраз современных ветропарков и ветродизельных систем [5].

После перерыва в 1960–1980-х гг., когда развитие электроэнергетики было ориентировано на создание «сконцентрированных» генерирующих мощностей – крупных ТЭС, ГЭС и АЭС, 17 сентября 1987 года было принято Постановление Совета министров СССР № 1052 «Об ускоренном развитии ветроэнергетической техники в 1988–1995 гг.». В соответствии с ним, к 1995 году предполагалось ввести 57 000 ветроустановок (Масштабность этой цифры может пояснить тот факт, что число ветроэнергетических установок в Германии, входящей в тройку крупнейших мировых производителей электричества из энергии ветра, на конец 2015 года составляет 26 774). Существовали планы по постройке экспериментальных системных ветростанций, в том числе: Ленинградской ВЭС на берегу Финского залива (25 МВт), Джунгарской ВЭС в Казахской ССР (15 МВт), Крымской ВЭС на восточном побережье Крыма (125 МВт). В связи с Перестройкой и распадом СССР эти планы не суждено было реализовать [5].

На 01.01.2016 в Российской Федерации установлено в сумме 103,16 МВт ВЭС [23]. С вхождением Крыма в состав Российской Федерации, вошли несколько крупных ветропарков суммарной установленной мощностью 88,41 МВт [22], что составляет на данный момент примерно 86% всех ВЭС РФ.

Биоэнергетика

Российский агрокомплекс ежегодно производит 773 миллиона тонн отходов, из которых можно получить 66 миллиардов кубометров биогаза, или около 110 миллиардов киловатт-часов электроэнергии, сообщил заместитель гендиректора Российского энергетического агентства (РЭА) Владимир Басков [18].

В Российской Федерации на сегодняшний день существуют 4 биогазовые электростанции: две в Белгородской области, одна – во Владимирской, и одна – в Калужской. Крупнейшая в РФ биогазовая станция «Лучки» под Белгородом мощностью 3,6 МВт была запущена в 2012 году. Это производственный объект российской компании «АльтЭнерго», которая специализируется на реализации инновационных проектов в сфере альтернативной энергетики, занимается апробацией, внедрением и популяризацией новейших технологий в отрасли возобновляемых источников энергии.

Производство древесных пеллет в 2009–2014 гг. неуклонно возрастало и в 2014 год составило 878 тыс. тонн [20].

Согласно данным вице-президента Российской ассоциации ветроиндустрии Анатолия Евгеньевича Копылова, в Российской Федерации на данный момент действуют около 32 ТЭЦ при промышленных предприятиях общей мощностью 1145,6 МВт, использующих, в том числе, целлюлозно-бумажное и лесоперерабатывающее сырье в качестве топлива. Доля биомассы в электрической мощности этих предприятий условно оценивается авторами статьи в 624,35 МВт (55%). Остальную часть энергии ТЭЦ производят с помощью ископаемого топлива.

Геотермальная энергетика

Геотермальные теплоэлектростанции в основном сосредоточены на территориях со значительным геотермальным потенциалом в изолированных энергосистемах: Курильские острова, Камчатский край, Сахалинская область. Весьма значительным потенциалом геотермальных источников обладает территория Юга России. В Краснодарском и Ставропольском краях и Дагестане эксплуатируются ГеоТЭС для теплоснабжения [21].

Первая геотермальная электростанция (Паужетская ГеоЭС) мощностью 12 МВт была построена в 1966 году на Камчатке. На Мутновском месторождении термальных вод 29 декабря 1999 года запущена в эксплуатацию «Верхне-Мутновская ГеоЭС» установленной мощностью 12 МВт (на 2015 год), позже были установлены Мутновская ГеоЭС на 50 МВт, «Менделеевская ГеоТЭС» мощностью 3,6 МВт, «Океанская ГеоТЭС» мощностью 2,5 МВт.

Общее состояние возобновляемой энергетики Российской Федерации на 01.01.2016

Несмотря на большие мощности гидроэнергетики, мощности остальных ВИЭ-электростанций малы. Кроме того, однозначных данных по показателям возобновляемой энергетики Российской Федерации не существует. Согласно Распоряжению Правительства РФ №1-Р, одним из факторов «низких темпов развития электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии», с которым столкнулись и авторы в ходе этих исследований, является «отсутствие надлежащей информационной среды, включая информацию о потенциальных ресурсах возобновляемых источников энергии, достоверных данных о показателях реализованных проектов» [13].

По оценке, данной в том же распоряжении «Общая установленная мощность электрогенерирующих установок и электростанций, использующих возобновляемые источники энергии (без учета гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт), в Российской Федерации в настоящее время не превышает 2200 МВт.

С использованием возобновляемых источников энергии ежегодно вырабатывается не более 8,5 млрд кВт·ч электрической энергии (без учета гидроэлектростанций установленной мощностью более 25 МВт), что составляет менее 1 процента от общего объема производства электроэнергии в Российской Федерации» (в редакции от 10 ноября 2015) [13].

В связи с этим, авторы статьи провели собственные расчеты с целью оценки потенциала ВИЭ и актуальных показателей возобновляемой энергетики Российской Федерации: долей возобновляемых источников энергии в сумарной установленной мощности всех электростанций РФ и в производстве электроэнергии этими станциями, во многом опираясь на доступные данные Министерства энергетики Российской Федерации [11, 12] и электронные ресурсы (например, Отчеты о функционировании ЕЭС России в 2009–2014, 2015 годах [21], отчет IRENA по установленной мощности ВИЭ за 2016 год [23], данные по изолированным энергосистемам).

Результаты расчетов приведены в таблице 3 и на рисунке 5.

Общая тенденция развития возобновляемой энергетики в Российской Федерации с 2000-го по 2015 годы имеет положительную динамику (рис. 6).

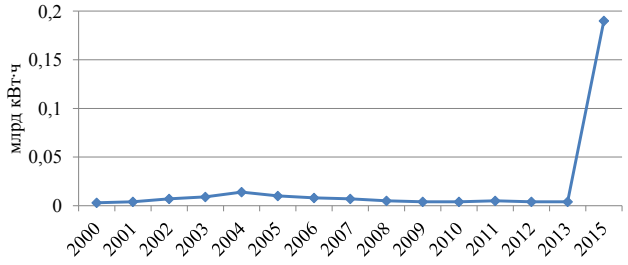


Рис. 3. Производство электроэнергии на ВЭС РФ 2000–2013, 2015 годы (Источники: Материалы П. П. Безруких по 2000–2013 годам и на 2015 год: оценки авторов)

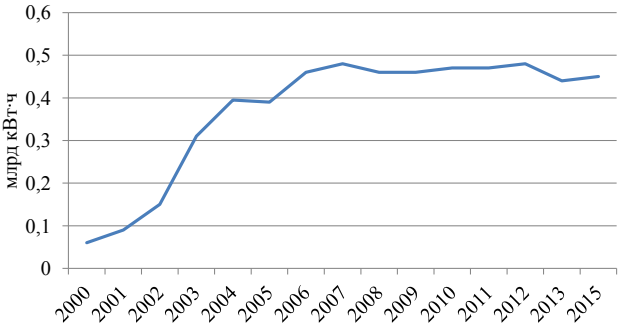


Рис. 4. Производство электроэнергии на ГеоТЭС и ЭС РФ 2000-2013, 2015 годы (Источники: Материалы П. П. Безруких по 2000–2013 годам, на 2015 год: оценки авторов)

Правительство Российской Федерации планирует до 2024 года получать электроэнергию от установок на базе ВИЭ только на уровне 4,5% (без учета ГЭС мощностью более 25 МВт) [13]. Существуют обоснованные мнения в пользу увеличения этого показателя и введения дополнительных. Например, по «Альтернативному сценарию» Гринписа России для развития возобновляемой энергетики в полной мере целевой показатель по доле ВИЭ в электроэнергетике следует увеличить с 4,5 до 13% [24].

Заключение

Технический прогресс и решение экологических, экономических и социальных проблем сегодня и в будущем – это возобновляемая

Таблица 3 – Оценка показателей электростанций ЕЭС России и изолированных энергосистем с учетом возобновляемых источников энергии на 01.01.2016

Вид электростанции	Установленная мощность, МВт	Доля в общей установленной мощности, %	Производство электроэнергии, млрд кВт·ч	Доля в производстве электроэнергии, %
Электростанции промышленных предприятий (в основном ТЭС)	10 285,08	4,24	57,7	5,48
ТЭС на газу	–	–	430,95	40,9
ТЭС на угле	–	–	191,53	18,18
ТЭС на нефтепродуктах	–	–	61,56	5,84
ТЭС, сумма	162 689,84	67,13	684,04	64,92
АЭС	27194	11,22	195,46	18,55
Невозобновляемые, сумма	189 883,84	78,35	879,5	83,48
ГЭС > 25 МВт	49413	20,39	169,48	15,94
ГЭС ≤ 25 МВт	720,65	0,3	2,81	0,27
ГАЭС	1215,9	0,5	–	–
ГЭС, сумма	51 349,35	21,19	169,9	16,13
ПЭС	1,7	0,0007	0,0034	0,00032
СЭС	293,16	0,12	0,42	0,04
ВЭС	103,21	0,04	0,19	0,018
ТЭС на биомассе	624,35	0,26	3,12	0,30
ГеоТЭС	82	0,03	0,45	0,043
ВИЭ без ГЭС > 25 МВт	1825,07	0,75	7	0,39
Возобновляемые, сумма	52 453,77	21,64	174,09	16,52
Все электростанции, сумма	242 337,61	100	1053,59	100

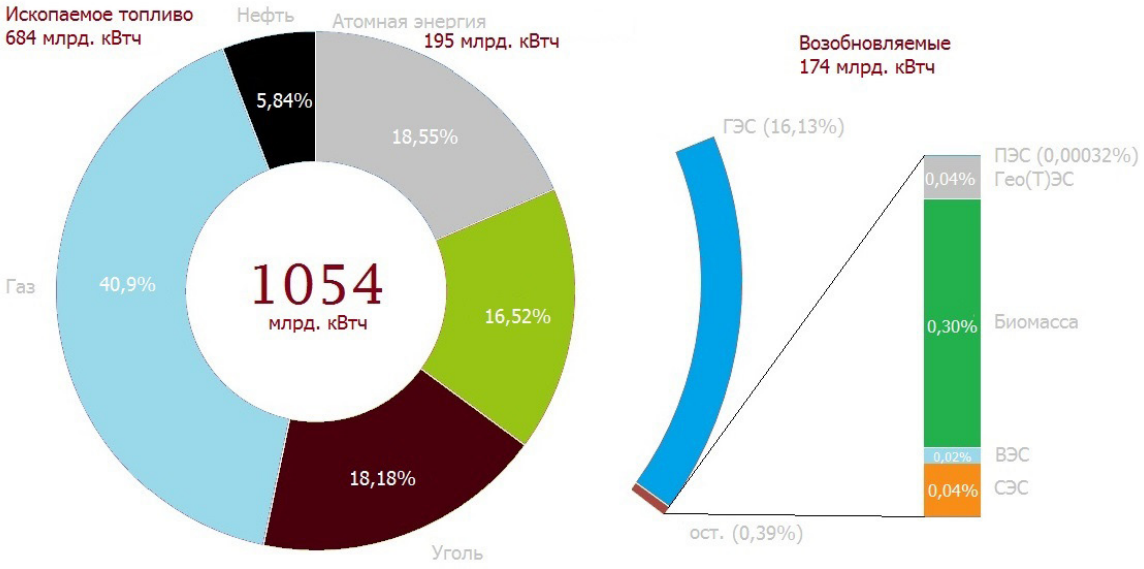


Рис. 5. Структура производства электрической энергии Российской Федерации по видам энергоносителей в 2015 году

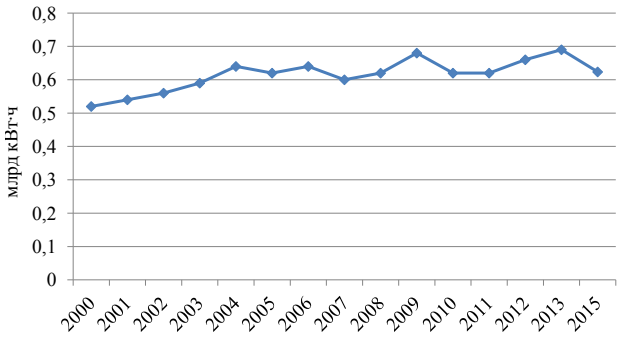


Рис. 6. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии (без ГЭС > 25 МВт и СЭС) (Источники: Материалы П.П. Безруких по 2000–2013 годам, на 2015 год: оценки авторов)

энергетика. Научно-технологический прогресс в Российской Федерации мало связан с развитием возобновляемых источников энергии. Законодательная база для полномасштабного внедрения ВИЭ не создана. Некоторые отдельные аспекты развития возобновляемой энергетики, такие как, например, экологический и социальный, необходимо отдельно изучить.

Последовательное развитие возобновляемой энергетики с мирового зарождения в 1970-х, пика в 1990-х и по настоящее время, в России отсутствует. После распада СССР, развитие возобновляемой энергетики остановилось, но постепенно возобновляется.

Возобновляемая энергетика РФ недостаточно представлена мощностями солнечных, ветровых, геотермальных и электростанций на основе биомассы, которые необходимо стремительнее наращивать, принимая во внимание мировую тенденцию по энергетическому повороту с ископаемого топлива и атомной энергии на возобновляемые источники.

Список литературы

1. David Bielo. 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels [Электронный ресурс] : Scientific American, 2013. : [сайт]. URL: http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/ (дата обращения: 17.03.2016).

2. Ресурсы подходят к концу: нефть, продукты, вода // Вести. 01.03.2012. Режим доступа : http://www.vestifinance.ru/articles/8250 (дата обращения: 25.03.2016).

3. Орлов А., Топалов А., Тодоров В. 130 бюджетов России под землей // Газета.ру. 26.01.2015. М., 2016. Режим доступа : http://www.gazeta.ru/business/2015/01/26/6327017.shtml (дата обращения: 25.03.2016).

4. LAZARD‘S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 8. [Электронный ресурс] : Lazard. США, сентябрь 2014. : [сайт]. URL: https://www.lazard.com/media/1777/levelized_cost_of_energy_-_version_80.pdf (дата обращения: 28.05.2016).

5. Сидорович В. Мировая энергетическая революция: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. М. : Альпина Паблишер, 2015. 208 с.

6. Безруких П. П. Возобновляемая энергетика как одно из оснований инновационного развития России и мера преодоления кризиса // Электрика. 2010. № 6. С. 3–13.

7. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива 2007 года / П. П. Безруких [и др.] ; под ред. д-ра тех. наук П. П. Безруких. М. : ИАЦ Энергия, 2007. 272 с.

8. Рейтинг регионов по уровню энергодостаточности в 2015 году // РИА Рейтинг. М., 2015. Режим доступа : http://vid1.rian.ru/ig/ratings/energodeficit012016.pdf (дата обращения: 05.04.2016).

9. Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве. Челябинск : РИО ЧГАА, 2013. 222 с.

10. Малик Л. К., Нетрадиционная экология. Вызовы децентрализованного энергоснабжения России / Экоцентр «Воробьевы горы». М., 2016. Режим доступа : http://www.ecocenter-vg.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=137:2012-01-12-08-33-35&catid=46:2011-10-14-07-17-01&Itemid=71 (дата обращения: 06.04.2016).

11. Основные характеристики российской электроэнергетики / Министерство Энергетики Российской Федерации. М., 2016. Режим доступа : http://minenergo.gov.ru/node/532 (дата обращения: 07.04.2016).

12. Основные показатели / Министерство Энергетики Российской Федерации. М., 2016. Режим доступа : http://minenergo.gov.ru/node/1161 (дата обращения: 07.04.2016).

13. Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года : Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2009 г.

№ 1-р. / Правительство Российской Федерации. С изм. и доп. от 10.11.2015. Режим доступа : http://government.ru/docs/2180/ (дата обращения: 10.01.2016).

14. Современная законодательная база Российской Федерации в области возобновляемой энергетики / ГИС «Возобновляемые источники России». 2012. Режим доступа : http://gisre.ru/useful/menu-regulations/menu-regulations-base (дата обращения: 25.05.2016).

15. Малая гидроэнергетика / Л. П. Михайлов [и др.]. ; под ред. Л. П. Михайлова. М. : Энергоатомиздат, 1989. 180 с.

16. Российская гидроэнергетика / РусГидро. М., 2016. Режим доступа : http://www.rushydro.ru/industry/russianhydropower/ (дата обращения: 07.04.2016).

17. Приливные электростанции: далекое будущее или завтрашний день? / Аналитическая группа Балтийские боевые слоны. 09.07.2012. СПб., 2016. Режим доступа : http://www.baltslon.ru/eng/publications/article252/ (дата обращения: 07.04.2016).

18. 110 млрд кВт·ч можно получать ежегодно из отходов российского АПК // Биотопливный портал. Режим доступа : http://www.wood-pellets.com/cgi-bin/cms/index.cgi?ext=news&lang=1&nid=1703&sub=show_news (дата обращения: 07.04.2016).

19. Рынок древесных топливных гранул. Итоги-2014 // Первый лесопромышленный портал. СПб., 2016. Режим доступа : http://www.wood.ru/ru/nlari02.html (дата обращения: 07.04.2016).

20. Бутузов В. А., Томаров Г. В., Шетов В. Х. Геотермальная система теплоснабжения с использованием солнечной энергии и тепловых насосов // АВОК, некоммерческое партнерство инженеров. М., 2016. Режим доступа : http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3977 (дата обращения: 07.04.2016).

21. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2015 / Системный оператор Единой Энергетической Системы. Россия, 2016. Режим доступа : http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2016/ups_rep2015.pdf (дата обращения: 15.03.2016).

22. Об утверждении схемы и программы развития единой энергетической системы России на 2015–2021 годы : Приказ Министерства Энергетики Российской Федерации от 9 сентября 2015 года № 627 / Министерство Энергетики Российской Федерации. М., 2015. Режим доступа : http://minenergo.gov.ru/node/1287 (дата обращения: 10.04.2016).

23. IRENA Renewable Capacity Statistics 2016. Report / Международное агентство по возобновляемым источникам энергии // Отчет 2016. Режим доступа : http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pdf (дата обращения: 07.04.2016).

24. Альтернативный энергетический сценарий / Гринпис России. М., 2016. Режим доступа : http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/climate/alternative/ (Stand: 05.04.2016).

25. Volker Quaschning. Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende. 3. Auflage. München : Carl Hanser Verlag, 2013. 373 S.

Кузнецов Дмитрий Станиславович, аспирант кафедры «Электроснабжение сельского хозяйства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Хартвиг Меннен, д-р аграрных наук, 1-й Председатель Союза LOGO e.V. и свободный специалист-фрилансер (Agrar und Umwelt Mernnen Consult), 49536 Линен, Германия.

E-mail: mennen@agrarumwelt.de.

* * *

УДК 631.354.2.004

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ «ACROS 530» И «ПАЛЕССЕ GS12»

Г. Н. Ерохин, С. Н. Сазонов

В структуре эксплуатационных затрат на комбайновую уборку зерновых культур затраты на техническое обслуживание и ремонт занимают значительную часть. В эти затраты входят: стоимость запасных частей и расходных материалов; оплата труда работников, занятых ремонтом; оплата услуг технического сервиса. Сельхозпроизводителю очень важно знать и прогнозировать их величину. В настоящее время в Российской Федерации широкое применение в крупных сельхозпредприятиях и фермерских хозяйствах находят комбайны «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12». Исходя из этого статья посвящена исследованию динамики изменения затрат на техническое обслуживание и ремонт зерноуборочных комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12». Для этого использовалась исходная информация, полученная при мониторинге работы зерноуборочных комбайнов за период 2008-2014 годов. В результате обработки информации получены зависимости изменения удельных затрат на техническое обслуживание и ремонт от наработки с начала эксплуатации. Выявлено, что рассматриваемые удельные затраты исследуемых марок комбайнов при суммарной наработке до 1400 часов практически сопоставимы. При этом они возрастают от 200 руб./ч при наработке с начала эксплуатации 100 часов до 630 руб./ч при наработке 1400 ч. Темп роста удельных затрат снижается с увеличением наработки. Результаты исследований позволяют прогнозировать затраты на техническое обслуживание и ремонт зерноуборочных комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12» на различных временных этапах их эксплуатации и принимать соответствующие меры для их сокращения.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, ремонт, наработка, затраты, технический сервис.

В структуре эксплуатационных затрат на комбайновую уборку зерновых культур затраты на техническое обслуживание (ТО) и ремонт занимают значительную часть. В эти затраты входят: стоимость запасных частей и расходных материалов; оплата труда работников, занятых ремонтом; оплата услуг технического сервиса [1, 2]. Сельхозпроизводителю важно знать и прогнозировать их величину.

Материалы и методы

В настоящее время в Российской Федерации широкое применение в крупных сельхозпредприятиях и фермерских хозяйствах находят комбайны «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12». Это современные и высокопроизводительные комбайны [3–6]. Ранее проведенные исследования показали, что надежность этих комбайнов в реальных условиях эксплуатации примерно одинакова [7–10]. Так, для комбайнов «Acros 530» и «Полесье 1218» 1…3 сезонов эксплуатации коэффициент готовности по оперативному времени составляет 0,91…0,925.

Исследования [11, 12] показывают, что наблюдается устойчивая взаимосвязь между затратами на ТО, ремонт и наработкой комбайна с начала его эксплуатации в часах основной работы. Предлагаемая статья посвящена

исследованию динамики изменения затрат на ТО и ремонт применительно к комбайнам «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12». Для этого использовалась исходная информация, полученная при мониторинге работы зерноуборочных комбайнов в Тамбовской области за период 2008–2014 годов. В ходе мониторинга фиксировалась по каждому году и по каждому комбайну наработка молотилки на начало и конец сезона уборочных работ. Годовые затраты на ТО и ремонт определялись по бухгалтерской документации сельхозпредприятия.

Зерноуборочные комбайны «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12» оснащены бортовыми компьютерами, которые фиксируют наработку молотилки. Сезонная наработка молотилки определяется по формуле:

$$H_{\text{М}} = H_{\text{К}} - H_{\text{Н}}, \qquad (1)$$

где $H_{\text{К}}$, $H_{\text{Н}}$ – наработка молотилки по бортовому компьютеру на конец и начало сезона уборки, ч.

Бортовой компьютер комбайна в качестве времени работы молотилки регистрирует сумму основного времени работы и времени, затраченного на выполнение поворотов в конце загонки. Поэтому сезонное основное время работы комбайна:

$$T_1 = H_{\text{М}} - \frac{10^4 \cdot T_{\text{пов}} \cdot N}{\text{У} \cdot L_{\text{Г}} \cdot B \cdot K_{\text{Ш}}}, \qquad (2)$$

где $H_{\text{М}}$ – наработка молотилки в текущем сезоне по компьютеру комбайна, ч;

$T_{\text{пов}}$ – среднее время, затрачиваемое на поворот в конце загонки, ч;

N – намолот комбайна, ц;

У – средняя урожайность, ц/га;

$L_{\text{Г}}$ – средняя длина гона, м;

B – ширина жатки комбайна, м;

$K_{\text{ш}}$ – коэффициент использования ширины захвата жатки.

Тогда удельные сезонные затраты на ТО и ремонт для каждого наблюдения можно определить по формуле:

$$S_{\text{уд}} = \frac{З_{\text{ТОР}}}{T_1}, \text{ руб./ч}, \qquad (3)$$

где $З_{\text{ТОР}}$ – затраты на ТО и ремонт комбайна в текущем сезоне, руб.;

T_1 – наработка комбайна в текущем сезоне в часах основной работы.

Результаты и обсуждение

Используя алгоритм (1)…(3) была обработана исходная информация по 35 наблюдениям за комбайнами «Acros 530» и по 29 наблюдениям за комбайнами «ПАЛЕССЕ GS12». Полученные точки удельных затрат на ТО и ремонт комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12» от их наработки с начала эксплуатации представлены на рисунке 1.

С помощью компьютерной обработки получена аппроксимирующая зависимость удельных затрат для комбайнов «Acros 530»:

$$S_{\text{уд}} = -0,000143 \cdot T_{1\text{К}}^2 + 0,530078 \cdot T_{1\text{К}} + \\ +168,7841, \qquad (4)$$

где $T_{1\text{К}}$ – наработка комбайна с начала эксплуатации, ч.

Аналогичная зависимость комбайнов для комбайнов «ПАЛЕССЕ GS12» имеет вид:

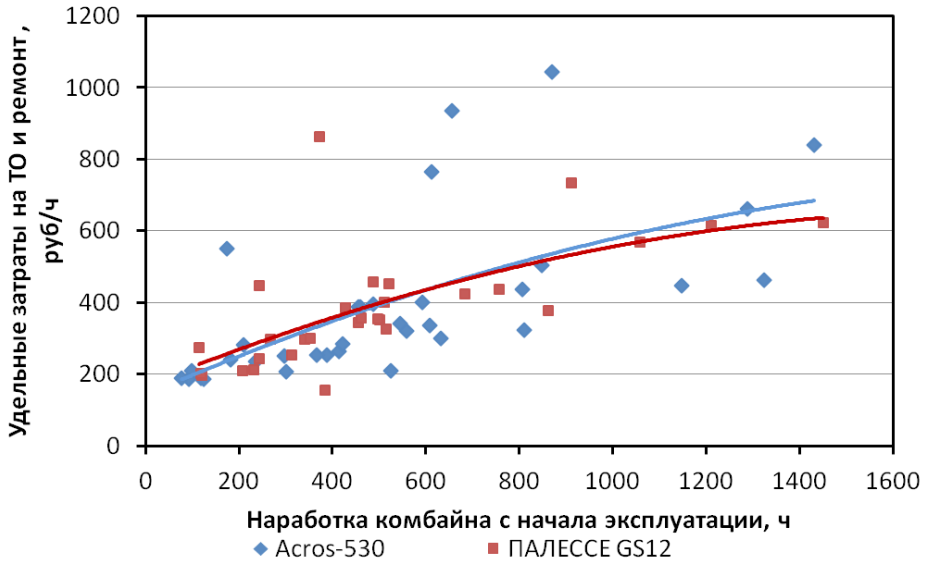


Рис. 1. Удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт зерноуборочных комбайнов

$$S_{уд} = -0,000132 \cdot T_{1К}^2 + 0,568931 \cdot T_{1К} + \\ +141,5667, \quad (5)$$

Как видно из рисунка 1, удельные затраты на ТО и ремонт исследуемых марок комбайнов при суммарной наработке до 1400 часов практически сопоставимы. При этом они возрастают от 200 руб./ч при наработке с начала эксплуатации 100 часов до 630 руб./ч при наработке 1400 ч. Темп роста удельных затрат снижается с увеличением наработки. Так, в интервале наработки 100…250 ч удельные затраты растут на 72 руб./ч, а в интервале 1250…1400 – на 22 руб./ч.

Следует отметить, что полученные экспериментальные точки имеют значительное рассеивание. Это объясняется наличием сложных отказов, связанных с приобретением дорогостоящих запасных частей и привлечением к их устранению специалистов сервисных служб. Так, у комбайнов «ПАЛЕССЕ GS12» наблюдались отказы бортовых редукторов, гидростатической трансмиссии (ГСТ), излом коленчатого вала двигателя. У комбайнов «Acros 530» отказывали электрогидрораспределители, насос ГСТ, редуктор главного контрпривода.

Рассчитанные по зависимостям (4) и (5) $S_{уд}$ представляют собой средние значения удельных затрат. Фактические значения удельных затрат с 80 % вероятностью находятся в интервале $S_{уд} \pm 0,3 \cdot S_{уд}$. Для повышения точности прогнозирования необходимо увеличение объема наблюдений, особенно для комбайнов с наработкой более 800 часов.

Для потребителя, наряду с изменением затрат, важно знать, как меняется надежность комбайна в процессе эксплуатации. Наиболее распространенным показателем для оценки надежности является коэффициент готовности. Он представляет собой отношение:

$$K_Г = \frac{T_1}{T_1 + T_{41}}, \quad (6)$$

где T_{41} – суммарное время, затраченное в текущем сезоне на устранение технических отказов комбайна, ч.

Используя собранную исходную информацию, по формуле (6) рассчитали коэффициенты готовности для различных наработок комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12» с начала эксплуатации. Полученные экспериментальные точки и сглаживающие их зависимости показаны на рисунке 2.

Статистические зависимости коэффициента готовности от наработки с начала эксплуатации имеют вид:

«Acros 530»:

$$K_Г = -0,0000000380 \cdot T_{1К}^2 - 0,0000278 \cdot T_{1К} + \\ +0,89553; \quad (7)$$

«ПАЛЕССЕ GS12»:

$$K_Г = -0,0000000433 \cdot T_{1К}^2 + 0,0000171 \cdot T_{1К} + \\ +0,87382. \quad (8)$$

Зависимости (7) и (8) показывают, что коэффициент готовности на протяжении эксплуатации комбайнов снижается. Так, для комбайна «Acros 530» при наработке 100 часов коэффициент готовности составляет 0,89, а при наработке 1400 часов – 0,83. Для комбайна «ПАЛЕССЕ GS12» при наработке 100 часов коэффициент

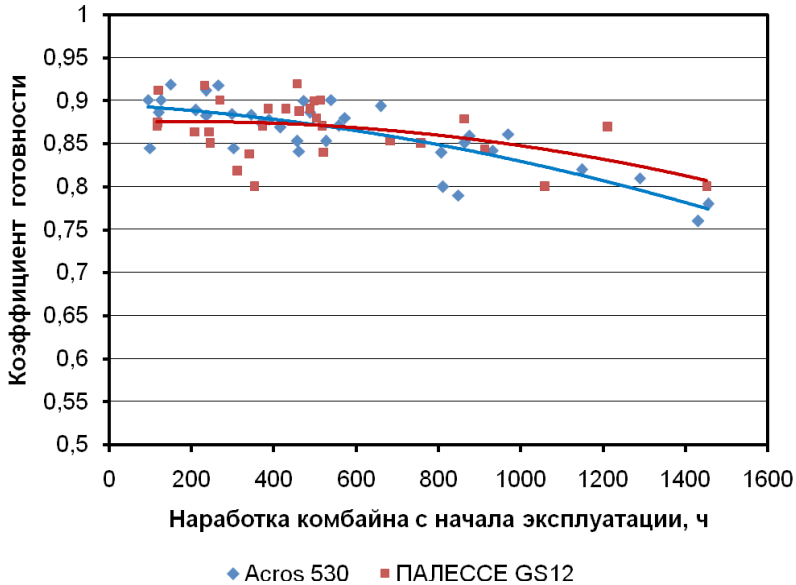


Рис. 2. Коэффициент готовности зерноуборочных комбайнов

готовности равен 0,875; при наработке 1400 часов – 0,86. У обоих марок комбайнов наблюдается нарастание темпа снижения коэффициента готовности с увеличением наработки.

Выводы

Результаты исследований позволяют прогнозировать затраты на техническое обслуживание и ремонт, а также коэффициент готовности зерноуборочных комбайнов «Acros 530» и «ПАЛЕССЕ GS12» на различных временных этапах эксплуатации и принимать соответствующие меры для повышения эффективности работы комбайнов.

Список литературы

1. Справочник экономиста сельскохозяйственной организации / В. Н. Кузьмин [и др.]. М. : МСХ РФ, 2012. 464 с.

2. Ерохин Г. Н. Целесообразность услуг машинно-технологических станций на уборке зерновых культур // Техника и оборудование для села. 2006. № 5. С. 30–31.

3. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Результаты оценки пропускной способности зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации // Наука в центральной России. 2013. № 6. С. 45–48.

4. Ерохин Г. Н., Сазонов С. Н., Коновский В. В. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deer W650 // Вестник Мичуринского аграрного университета. 2014. № 1. С. 68–71.

5. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Эксплуатационно-технологические показатели зерноуборочных комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 18–20.

6. Ерохин Г. Н., Сазонов С. Н., Коновский В. В. Моделирование показателей использования зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и VECTOR 410 // АПК России. 2013. Т. 65. С. 114–117.

7. Ерохин Г. Н., Сазонов С. Н., Коновский В. В. О надежности работы зерноуборочных комбайнов // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2013. – № 6. – С. 59–63.

8. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Надежность зерноуборочных комбайнов в реальных условиях эксплуатации // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2014. № 1. С. 37–40.

9. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Мониторинг показателей надежности зерноуборочного комбайна Acros 530 // Наука в центральной России. 2014. № 1(7). С. 16–20.

10. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Техническая и эксплуатационная надежность работы современных зерноуборочных комбайнов // Наука в центральной России. 2014. № 3(9). С. 71–75.

11. Ерохин Г. Н., Решетов А. С. Оценка уровня надежности работы зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 10–12.

12. Ерохин Г. Н., Коновский В. В. Показатели ремонтопригодности зерноуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. 2007. № 2. С. 37–38.

Ерохин Геннадий Николаевич, канд. техн. наук, заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве (ФГБНУ ВНИИТиН).

E-mail: witin4@rambler.ru.

Сазонов Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве (ФГБНУ ВНИИТиН).

E-mail: snsazon@mail.ru.

* * *

УДК 691.11:620.171

ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНКИ В MATHCAD И ЕЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В MSC PATRAN

В. А. Жилкин

Программный продукт MathCAD не позволяет правильно отображать деформированное состояние пластин с криволинейной кромкой. Геометрическое моделирование таких пластин в программном продукте MSC Patran также вызывает определенные трудности. На примере расчета эллиптической пластинки постоянной толщины, заделанной по контуру и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой, предлагаются способы решения этих проблем. Для отображения в MathCAD результатов расчета пластин с произвольным криволинейным контуром предлагается использовать функции пользователя, позволяющие построить трехмерные изображения исследуемого параметра деформированной пластинки. Для эллиптической пластинки такие функции пользователя построены для отображения прогибов и изгибающих моментов. При геометрическом моделировании пластин с криволинейным внешним контуром в MSC Patran возникают проблемы с адекватным моделированием контура пластины, вызванные непостоянством первых производных вдоль контура пластины. При поточечном моделировании контура это приводит к необходимости использования неравномерной сетки, которую можно построить методом подбора, используя опции создания сетки Mesh Seed, One Way Bias, Two Way Bias и, если задана кривая, воспользоваться опцией Curv Based MSC Patran. Алгоритмов этих опций в литературе не приводится. Описан алгоритм, который позволяет более гибко управлять плотностью ячеек сетки в зависимости от скорости изменения первых производных вдоль контура пластины.

Ключевые слова: MathCAD, МКЭ, MSC Patran-Nastran, пластина, отображение поверхностей в MathCAD, геометрическое моделирование.

1. Теоретическое решение для эллиптической пластинки, закрепленной по контуру и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой

Контур пластинки (рис. 1) определяется уравнением

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1.$$

Прогибы срединной поверхности пластинки ищут в виде $w = cU^2$, где $U=\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-1$, c – постоянный коэффициент, подлежащий определению. Подстановка w в уравнение Софи-Жермен приводит к зависимости:

$$c=\frac{q}{D\left(\frac{24}{a^4}+\frac{16}{a^2b^2}+\frac{24}{b^4}\right)},$$

где q – постоянная распределенная нагрузка;

$D=\frac{Eh^3}{12\left(1-\mu^2\right)}$ – цилиндрическая жесткость;

E – модуль упругости;

h – толщина пластины;

μ – коэффициент Пуассона.

Наибольший прогиб получается в центре пластинки (при $x = y = 0$) и составляет:

$$w = \frac{q}{D\left(\frac{24}{a^4} + \frac{16}{a^2 b^2} + \frac{24}{b^4}\right)}.$$

Изгибающий момент M_x определяется выражением:

$$M_x = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) =$$

$$= -D\left[8c\left(\frac{x^2}{a^4} + \mu\frac{y^2}{b^4}\right) + 4cU\left(\frac{1}{a^2} + \frac{\mu}{b^2}\right)\right].$$

В центре пластинки

$$\left(M_x\right)_{x=y=0} = -4Dc\left(\frac{1}{a^2} + \frac{\mu}{b^2}\right). \qquad (1)$$

В конце полуоси a

$$\left(M_x\right)_{x=\pm a, y=0} = -D\frac{8c}{a^2}. \qquad (2)$$

2. Расчет эллиптической пластинки в MathCAD

Зададим исходные данные для расчета пластины и учтем, что для точек контура пластины выполняется равенство

$$y = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2},$$

а внешняя нагрузка q направлена в отрицательном направлении оси z (рис. 2).

Построим график деформированной срединной поверхности пластины $w(x, y)$. MathCAD строит трехмерные графики в декартовых координатах. Существует несколько возможностей построения трехмерных графиков:

– с помощью кнопки **Graph** с математической панели (наиболее быстрый способ);

– с помощью мастера построения графиков, вызываемого из главного меню MathCAD и практически пошагово повторяющего алгоритм первого способа (рис. 3):

Можно построить трехмерный график, используя специальную функцию **CreateMech.** Однако если мы воспользуемся стандартными функциями MathCAD для построения деформированного состояния эллиптической пластины, то независимо от выбранной функции мы получим отображение перемещений точек срединной поверхности, мало напоминающее действительную деформированную поверхность эллиптической пластины (рис. 4).

Для отображения прогибов точек срединной поверхности эллиптической пластины, изгибающих моментов в ее поперечных сечениях создадим функции пользователя.

На рисунке 5 приведена функция пользователя $w(N)$, позволяющая отображать прогибы пластины.

Здесь N – число точек сеточной области вдоль осей x и y, в которых вычисляются прогибы срединной поверхности пластины; hx и hy шаги сетки вдоль координатных осей; условный оператор $if\ |y_j| < yg$ отсекает координаты x_i, y_j, лежащие за пределами контура пластины.

График прогибов пластинки $w(N)$ приведен на рисунке 6, из которого следует, что максимальный по модулю прогиб наблюдается в центре пластины и соответствует теоретическому значению $1{,}525 \cdot 10^{-4}$.

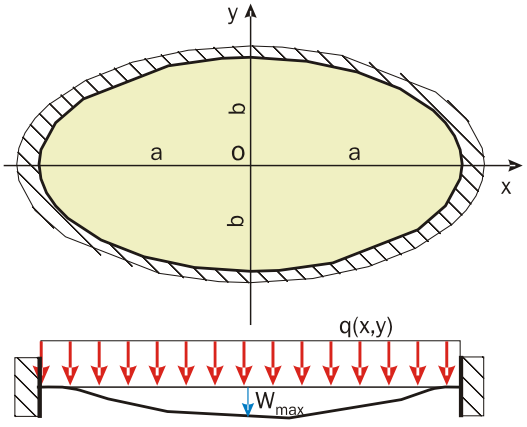


Рис. 1

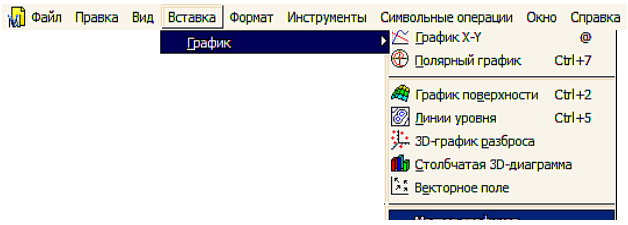
$a := 2$ $b := 1$ $q := 10^4$ $E := 2 \cdot 10^{11}$ $\mu := 0.25$ $h := 0.05$

$$D := \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot \left(1 - \mu^2\right)} \qquad C := \frac{-q}{D \cdot \left(\frac{24}{a^4} + \frac{16}{a^2 \cdot b^2} + \frac{24}{b^4}\right)} = -1.525 \times 10^{-4}$$

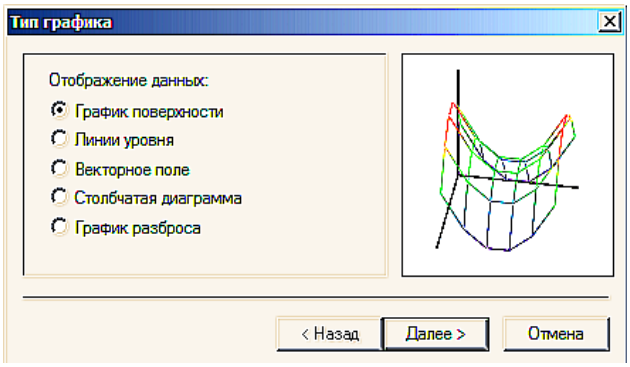
$$U1(x, y) := \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 1\right) \qquad U(x, y) := U1(x, y)^2 \qquad w(x, y) := -C \cdot U(x, y)$$

Рис. 2

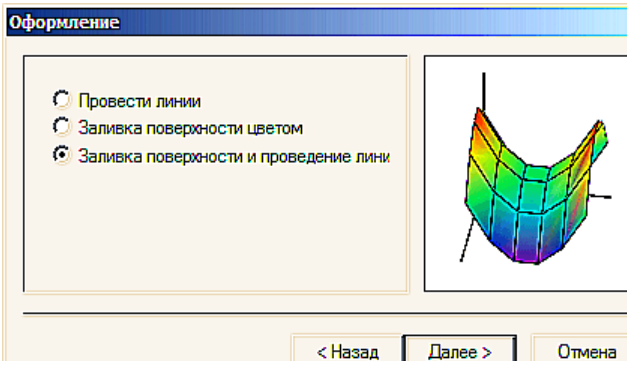
Шаг 1.



Шаг 2.



Шаг 3.



Шаг 4.

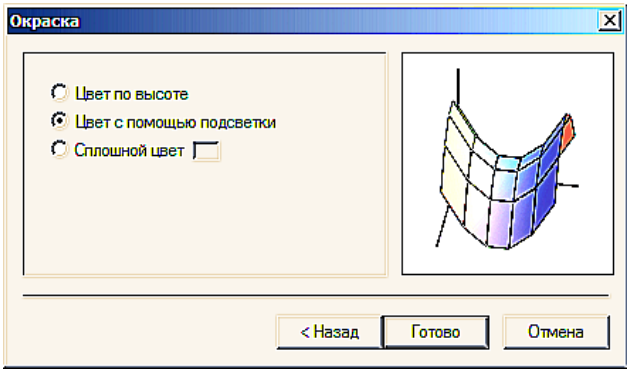
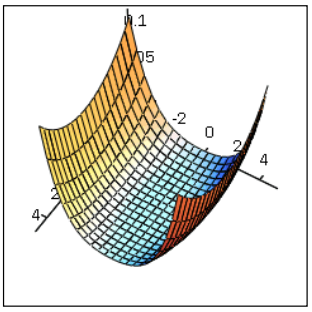


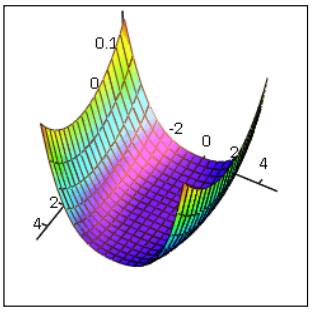
Рис. 3

$z(x,y) := w(x,y)$



z

$r := CreateMesh(w)$

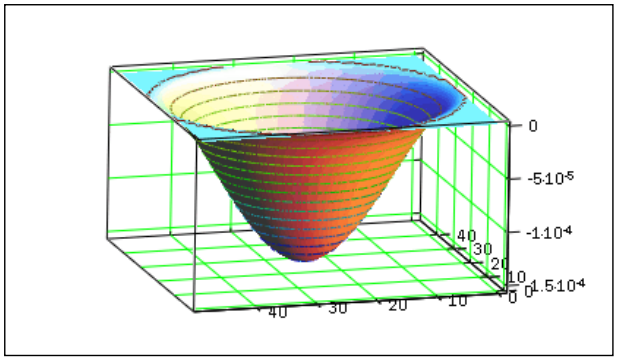


r

Рис. 4

$$w(N) := \left| \begin{array}{l} hx \leftarrow \dfrac{2 \cdot a}{N} \\ hy \leftarrow \dfrac{2 \cdot b}{N} \\ \text{for } i \in 0..N \\ \quad \left| \begin{array}{l} x_i \leftarrow -a + i \cdot hx \\ yg \leftarrow \dfrac{b}{a} \cdot \sqrt{a^2 - (x_i)^2} \\ \text{for } j \in 0..N \\ \quad \left| \begin{array}{l} y_j \leftarrow -b + j \cdot hy \\ \omega_{i,j} \leftarrow C \cdot U(x_i, y_j) \text{ if } |y_j| < yg \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \omega \end{array} \right.$$

Рис. 5



w(50)

Рис. 6

Виды трех деформированных сечений пластины при $x = x0, x4, x8$ и $y = 0, 0{,}4, 0{,}8$ приведены на рисунке 7. Функция $xG(y)$ – определяет координату x на контуре пластины при выбранной координате y.

Функция пользователя $Mx(N)$ для изгибающего момента в направлении оси x приведена на рисунке 9. Она отличается от функции $W(N)$ только одним: функция $CU(x, y)$ заменена на $Mx(x, y)$. Построение нулевой плоскости и «юбки» в зоне криволинейного контура – следствие стандартной программы MathCAD, работающей на прямоугольной области. Переход от нулевой области к минимальным значениям момента на контуре эллиптической пластинки приводит к образованию «юбки».

Сопоставление величин изгибающих моментов вычисленных по теоретическим зависимостям (1–2) и функцией $Mx(N)$ показало их полное совпадение (рис. 8).

Пространственный график изгибающих моментов M_x приведен на рисунке 10, а эпюра функции $Mx(N)$ при $y = 0$ приведена на рисунке 11.

3. Моделирование эллиптической пластинки в MSC Patran

В правой колонке таблицы приведены панели (или их фрагменты) MSC Patran, содержащие основную информацию о выполняемом действии (табл. 1).

$xG(0.4) = 1.833 \qquad xG(0.8) = 1.2$

$x0 := -a, -a + 0.01 .. a \qquad x4 := -xG(0.4), -xG(0.4) + 0.01 .. xG(0.4)$

$x8 := -xG(0.8), -xG(0.8) + 0.01 .. xG(0.8)$

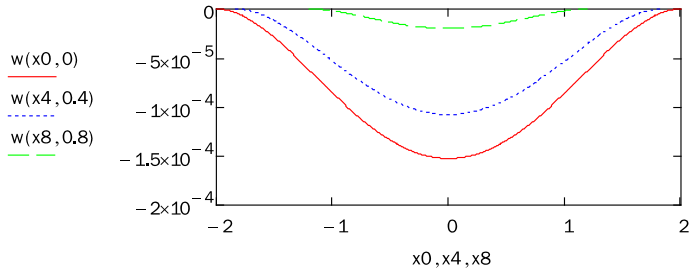


Рис. 7

$$maxMx := -4 \cdot D \cdot C \cdot \left(\frac{1}{a^2} + \frac{\mu}{b^2} \right) = 677.966 \qquad minMx := D \cdot C \cdot \frac{8}{a^2} = -677.966$$

$Mx(100)_{50,50} = 677.966 \qquad Mx(100)_{0,50} = -677.966$

Рис. 8

$$Mx(N) := \left| \begin{array}{l} hx \leftarrow \frac{2 \cdot a}{N} \\ hy \leftarrow \frac{2 \cdot b}{N} \\ \text{for } i \in 0..N \\ \quad \left| \begin{array}{l} x_i \leftarrow -a + i \cdot hx \\ yg \leftarrow \frac{b}{a} \cdot \sqrt{a^2 - (x_i)^2} \\ \text{for } j \in 0..N \\ \quad \left| \begin{array}{l} y_j \leftarrow -b + j \cdot hy \\ \omega_{i,j} \leftarrow Mx(x_i, y_j) \text{ if } |y_j| \le yg \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \omega \end{array} \right.$$

Рис. 9

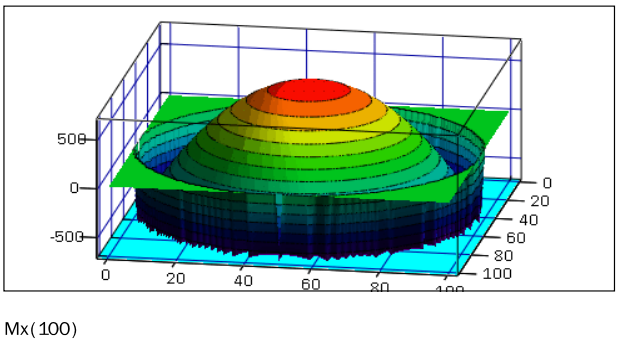


Рис. 10

$N := 100 \qquad i := 0..N \qquad hx := \frac{2 \cdot a}{N}$

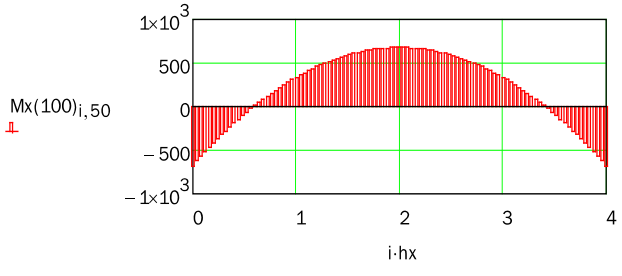
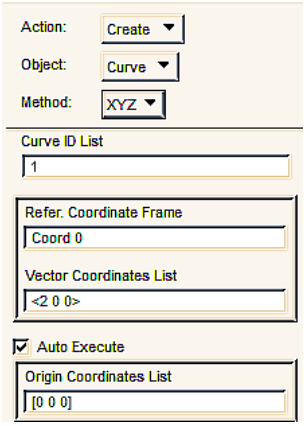
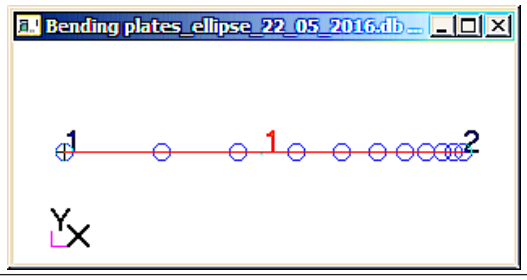
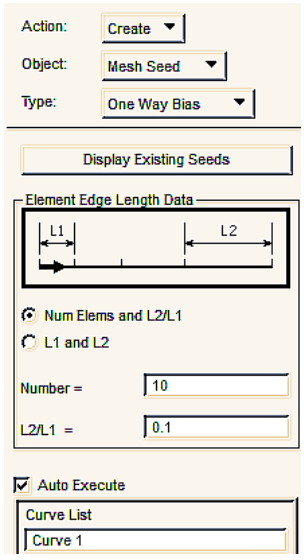
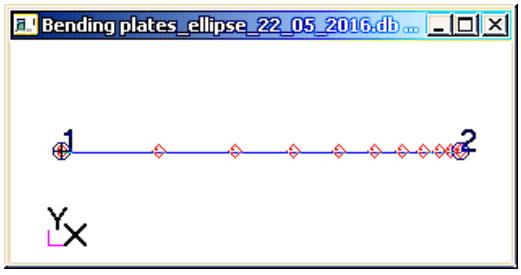
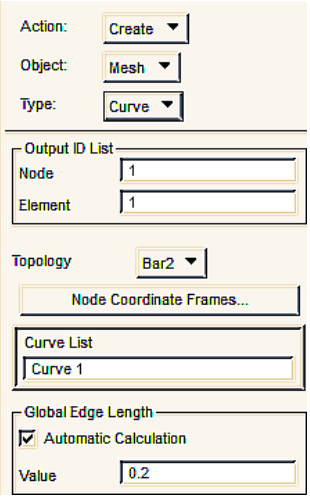
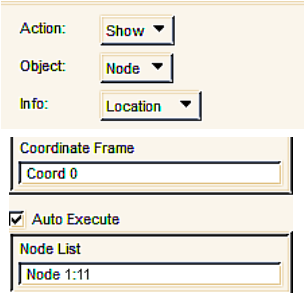
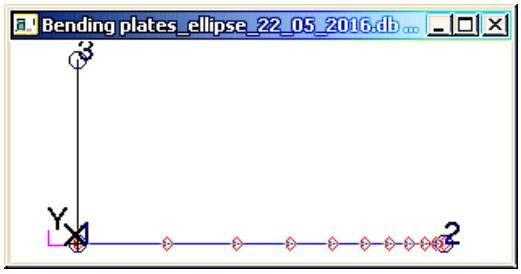
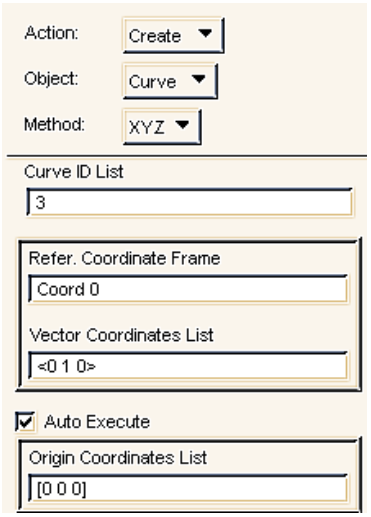
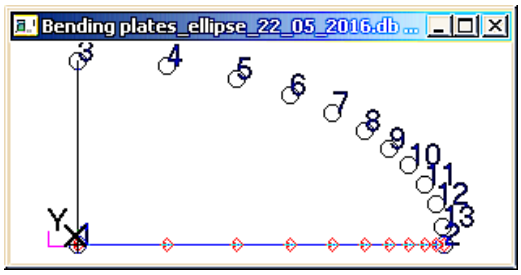
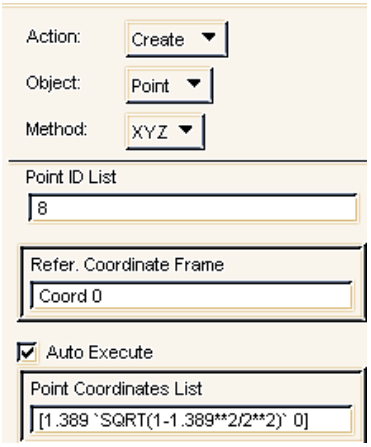
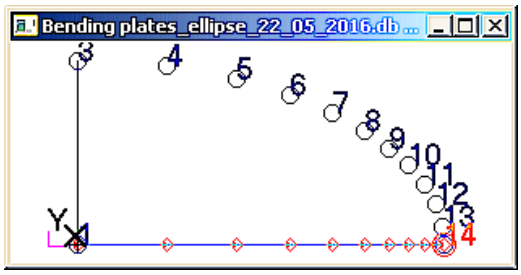
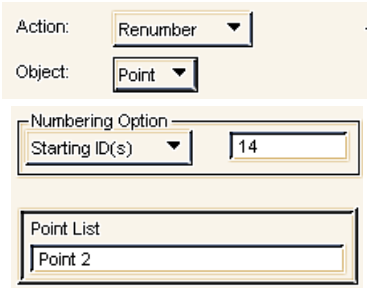
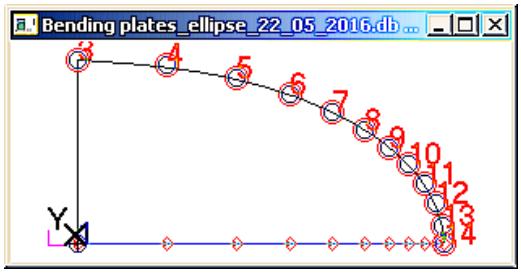
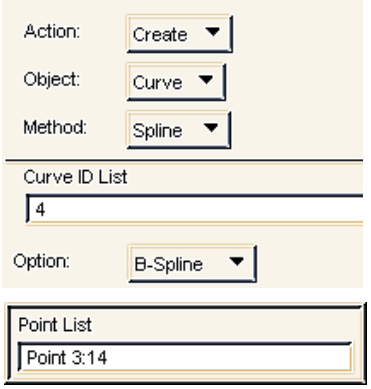


Рис. 11

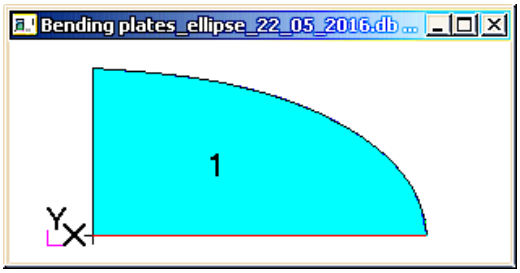
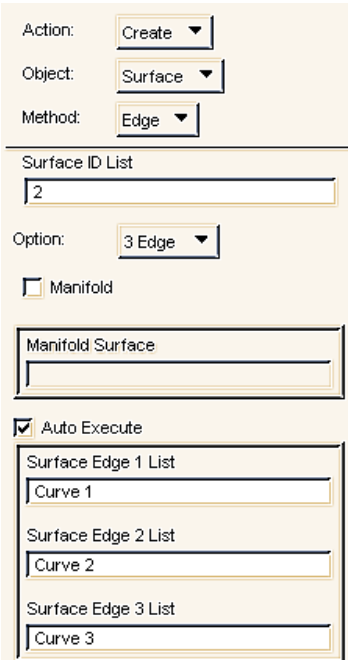
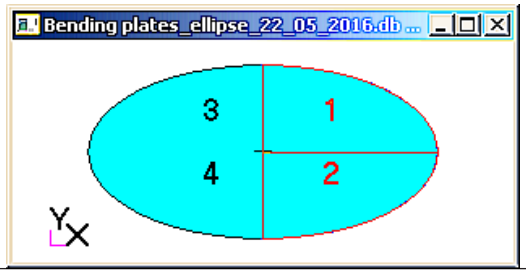
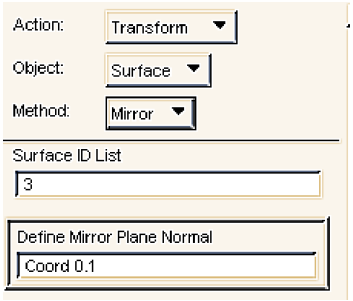
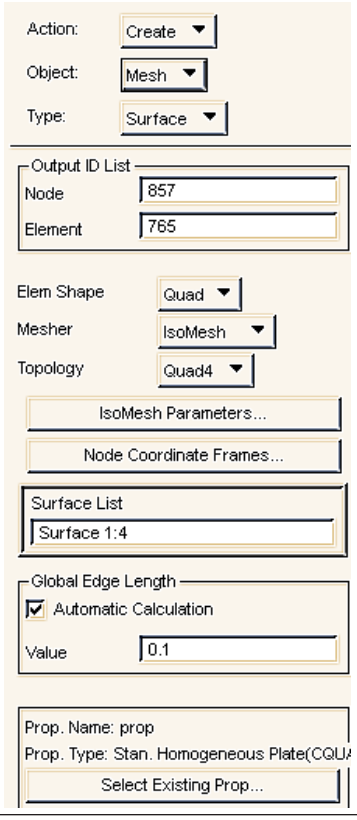
Таблица 1

<table>
<tr>
<td>1</td>
<td>В приложении Geometry создаем кривую – горизонтальную полуось эллипса $a = 2$ м.
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>В приложении Elements, используя опцию One Way Bias, создаем на кривой 10 меток, в которых затем будут помещены узлы сетки. Параметры сетки и их число назначаем с учетом изменения первой производной к контуру пластины:
$$-\frac{bx}{a^2\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}}.$$
В точке 1 производная равна нулю, а в точке 2 – бесконечности.
 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>В приложении Elements в разделе Mesh создаем конечно-элементную сетку.
 
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>В приложении Elements в разделе Show из таблицы определяем координаты узлов.
<table>
<tr><th>Node ID</th><th>Coord 1 Value</th></tr>
<tr><td>1</td><td>0.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>0.48936215</td></tr>
<tr><td>3</td><td>0.86825746</td></tr>
<tr><td>4</td><td>1.1616224</td></tr>
</table></td>
<td> 
</td>
</tr>
</table>

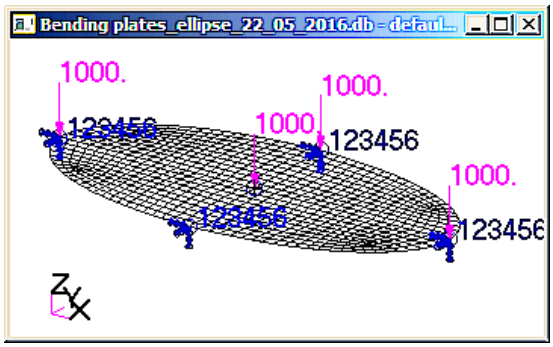
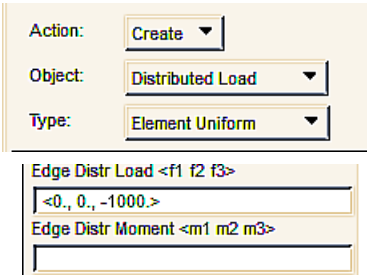
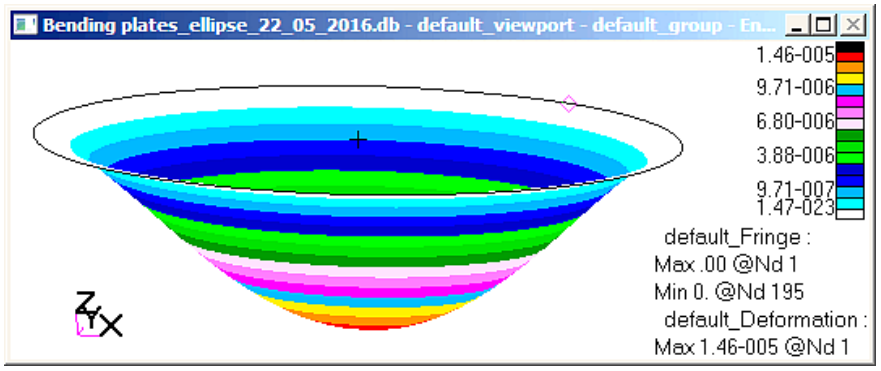
Продолжение таблицы 1

5	Создаем вертикальную полуось эллипса (b = 1 м) 	
6	Используя найденные координаты точек узлов сетки (см. вектор s^T), отображаем на экране дисплея точки, лежащие на контуре эллиптической пластины: 	
7	Изменим нумерацию точки 2 на 14 (для построения контура пластины номера точек должны изменяться по порядку с шагом 1). 	
8	В приложении Geometry проведем сплайн через точки 3–14 	

Продолжение таблицы 1

9	По трем кромкам (кривые 1–3) построим поверхность 1.  Удалим все ненужные для дальнейшего построения пластины КЭ и геометрические построения, за исключением поверхности 1	
10	В приложении Geometry методом зеркального отображения строим эллиптическую пластинку. 	
11	Задаем материал (сталь) и свойства оболочечным конечным элементам (толщина оболочки 0,05 м)	
12	В приложении Elements создаем КЭ сетку на каждой из пластин и объединяем узлы. 	

Окончание таблицы 1

13	В приложении Loads/BCs закрепляем пластинку по контуру и задаем внешнюю нагрузку. 	
14	В приложении Analysis входной файл передаем для расчета в Nastran. После выполнения расчета его результаты передаем из Nastran в Patran.	
15	В приложении Results анализируем результаты расчета. В качестве примера отображения результатов расчета приведен вид деформированной поверхности эллиптической пластины. 	

Вместо выполнения пунктов 3 и 4 описываемого алгоритма координаты узлов можно определить по ниже приведенным формулам.

Пусть кривая длиной L разбита на $N + 1$ отрезков, так что $\frac{L_2}{L_1} = \xi$ и $\eta = \sqrt[N]{\xi}$. Обозначим длины отрезков l_i ($i = 0, 1, 2, \ldots, N$). Тогда

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + \ldots + l_N = l_0 + l_0\eta + l_0\eta^2 + \ldots + l_0\eta^N =$$

$$= l_0\left(1 + \eta + \eta^2 + \ldots + \eta^N\right) = l_0\sum_{i=0}^{N}\eta^i.$$

Откуда

$$l_0 = \frac{L}{\sum_{i=0}^{N}\eta^i}.$$

Расстояние s_i от начала координат до i-го узла определится по формуле:

$$s_i = l_0\sum_{k=0}^{i}\eta^k.$$

Применительно к рассматриваемому случаю:

$L := 2 \quad N := 9 \quad i := 0..N \quad \xi := 0.1 \quad \eta := \sqrt[N]{\xi} \quad l_0 := \frac{L}{\sum_{i=0}^{N}\eta^i} = 0.489 \quad s_i := l_0\cdot\sum_{k=0}^{i}\eta^k$

$s^T =$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.489	0.868	1.162	1.389	1.565	1.701	1.806	1.888	1.951	2

Величина максимального прогиба пластины, вычисленная в MSC Nastran, отличается от вычисленной в MathCAD в 10 раз. Это обусловлено меньшей в 10 раз величиной нагрузки q.

Выводы

1. Составлены функции пользователя для отображения деформированного состояния пластин с криволинейным внешним контуром в программном продукте MathCAD.

2. Получены аналитические выражения для создания ячеек неравномерной сетки, результат применения которых приводит к тем же результатам, что и опция One Way Bias в MSC Patran.

Список литературы

1. Дьяконов В. MathCAD 8/2000 : спец. справочник. СПб. : Питер, 2000. 592 с.

2. Жилкин В. А. Применение системы MathCAD при решении задач прикладной механики. Ч. 1 : MathCAD. Челябинск : ЧГАУ, 2000. 70 с.

3. Построение графиков в пакете MathCAD. Режим доступа : http://pers.narod.ru/study/mathcad/04.htm.

4. Электронный учебник по MathCAD. Режим доступа : Detc.ls.urfu.ru/assets/amath0021/l3_3.htm.

5. Макаров Е. Г. MathCAD. СПб. : Питер, 2009. 384 с.

6. Жилкин В. А. Решение задач земледельческой механики в MathCAD. Челябинск : ЧГАА, 2010. 409 с.

7. Кирьянов Д. В. MathCAD 14. СПб. : БХВ-Петербург, 2007. 704 с.

8. Построение трехмерного графика в MathCAD 14. Режим доступа : https://www.youtube.com/watch?v=9kDlvrYoIUY.

9. Patran_ 2012_doc_user. pdf. Режим доступа : https://simcompanion.mscsoftware.com/infocenter/index?page=content&id=DOC10145&actp=LIST_POPULAR.

10. Жилкин В. А. Азбука инженерных расчетов в MSC Patran-Nastran-Marc. Челябинск ; СПб. : Проспект Науки ; ЧГАА, 2013. 574 с.

11. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости. М. : Наука, 1975. 576 с.

12. Никифоров С. Н. Теория упругости и пластичности. М. : Стройиздат, 1955. 284 с.

Жилкин Виталий Афанасьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры «Менеджмент и информационные технологии», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: Zhilkin_Vitalii@mail.ru.

* * *

УДК 631.3.004.4

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л. Г. Князева, С. Н. Сазонов

Цель данной работы: предложить отдельные пути совершенствования системы хранения сельскохозяйственной техники. На фоне введения санкций для России, ставящих новые задачи перед аграриями по технической оснащенности, эффективности работы системы хранения и противокоррозионной защиты эти вопросы чрезвычайно актуальны. При анализе существующей информации о проблемах хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники использованы: интернет, литературные материалы и нормативные документы, включая доступные документы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Проблему рационального хранения сельскохозяйственной техники предложено рассматривать как составную часть глобальной мировой проблемы борьбы с коррозией металла. Показано, что ее несовершенство вызвано многими причинами, среди которых недостаточное финансирование и ослабление научно-технического потенциала аграрной инженерной науки. Отмечено, что в период неиспользования большая часть сельскохозяйственной техники хранится на открытых площадках. Предложено совершенствование системы хранения сельскохозяйственной техники направить: на создание служб хранения техники при машинно-технологических станциях и ремонтно-обслуживающих предприятиях хозяйств; восстановление роли и функций машинных дворов; малозатратность финансовых средств и людских ресурсов; экологическую чистоту; очевидную экономическую целесообразность; использование ресурсосберегающих технологий противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники, базирующихся на энергоэкономных технических средствах, универсальных по виду применяемых консервационных материалов и консервационных материалах на основе доступного вторичного сырья. В качестве доступного сырья рекомендуется использовать отработанные моторные минеральные и синтетические масла и продукты от очистки и регенерации отработанных минеральных масел. Консервационные составы можно приготовить непосредственно на пунктах хранения техники, что значительно сокращает денежные средства, необходимые для их получения.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, хранение, противокоррозионная защита, консервация, отработанные масла, продукты очистки, ресурсо- и энергосберегающие технологии, машинно-технологические станции, машинные дворы.

К началу 90-х годов XX века в АПК нашей страны сложилась определенная система хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники, обеспечиваемая ремонтно-обслуживающими подразделениями, к которым относились специализированные службы машинных дворов. В результате кардинальных экономических реформ, характеризующихся резким ослаблением регулирующей роли государства, реорганизацией колхозов и совхозов, ослаблением научно-технического потенциала аграрной инженерной науки, произошло существенное сокращение технического потенциала сельскохозяйственных предприятий. Резко снизились темпы обновления машинно-тракторного парка, повысилась степень его износа. Все это, наряду с тяжелым финансовым положением основной массы сельских товаропроизводителей, смене собственников на технику, привело к прекращению деятельности многих ремонтно-обслуживающих предприятий, в которых концентрировались кадры квалифицированных специалистов по противокоррозионной защите и хранению техники.

Введение санкций для России поставило принципиально новые задачи перед аграриями по уровню технической оснащенности [1].

А по информации от органов управления АПК субъектов РФ по состоянию на 01.07.2014, сельхозпроизводители имеют в наличии 479,4 тыс. тракторов, 127,5 тыс. зерноуборочных и 21,1тыс. кормоуборочных комбайнов, 210,9 тыс. автомобилей, 136,2 тыс. плугов, 211,8 тыс. сеялок [2], причем доля основных видов техники со сроком эксплуатации свыше 10 лет составляет,%: по тракторам – 62,2; комбайнам зерноуборочным – 48,9, кормоуборочным – 45,1; автомобилям – 59,3, плугам – 61,7, сеялкам – 55,6. Поступающая новая техника не компенсирует выбытие старой. Сокращение обеспеченности сельских товаропроизводителей основными видами техники, ее старение повышает требования к ее эффективному хранению в нерабочий период, включая противокоррозионную защиту.

Проблему рационального хранения сельскохозяйственной техники можно рассматривать как составную часть глобальной мировой проблемы борьбы с коррозией металла, ущерб от которой огромен [3, 4]. На рост коррозионных потерь в АПК, определяющих масштабность проблем, вызванных несовершенством системы хранения сельскохозяйственной техники, влияют [3–6]:

– недостаточная приспособленность сельскохозяйственных машин и оборудования к проведению противокоррозионных мероприятий при изготовлении, эксплуатации и ремонте; необоснованный выбор конструкционных материалов и защитных покрытий; использование в технике и металлоконструкциях деталей из различных материалов, приводящее к созданию огромного количества коррозионных гальванических пар, ускоряющих коррозионные процессы;

– разрушающее действие климатических факторов, агрессивных сельскохозяйственных сред, механических нагрузок; загрязнение окружающей среды продуктами человеческой жизнедеятельности, резко увеличивающее ее коррозионную агрессивность;

– несоблюдение правил эксплуатации и хранения сельскохозяйственной техники; выполнение большинства работ по консервации неквалифицированным персоналом; недостаточное осознание руководителями различных уровней технико-экономического и социального эффекта от проведения этих мероприятий; неуверенность в сохранении статуса собственника, вынуждающая его максимально эксплуатировать технику, не задумываясь о перспективах ее дальнейшего использования;

– слабая материально-техническая база, старение сельскохозяйственной техники, в том числе и импортной: физический и моральный износ, недостаточная степень возобновляемости и ремонта, приводящая к тому, что работы по выращиванию сельхозпродукции выполняются со значительными нарушениями сроков механизированных работ и их качества; трудности в материально-техническом обеспечении консервационными материалами и оборудованием для нанесения этих материалов;

– ослабление научно-технического потенциала аграрной инженерной науки.

Сегодня аграрная техника в нашей стране сосредоточена преимущественно в крестьянских (фермерских) хозяйствах, внутрихозяйственных машинно-тракторных парках крупных самостоятельно хозяйствующих субъектов, машинно-технологических станциях (МТС) интегрированных формирований, административно-территориальных и зональных [7, 8]. Характерной особенностью ее использования является сезонность работы. Самое рациональное использование обеспечивается на МТС. Исчерпание ресурса аграрной техники происходит на двух этапах дееспособного цикла: использование и хранение. Для многих сельскохозяйственных машин доля нерабочего времени по отношению к рабочему составляет примерно 90% календарного года, при этом техника подвергается агрессивному внешнему воздействию различных атмосферных факторов, что может вызвать при ненадлежащем хранении изменение физических и химических свойств конструкционных материалов и, как следствие, ухудшение эксплуатационных свойств сельскохозяйственных машин.

Система хранения сельскохозяйственной техники, включающая комплекс организационно-технических мероприятий по постановке техники на хранение, поддержанию в заданном состоянии в течение установленных сроков, снятию машин с хранения в настоящее время работает недостаточно эффективно, особенно в отдельных хозяйствах. Наилучшие условия для проведения подобных работ имеются у МТС. Большинство из них, помимо услуг по проведению механизированных работ в рамках реализации технологических процессов, продвижения новых технологий, транспортного обслуживания, реализуют и ремонтно-техническое обслуживание техники, которое включает работы по постановке техники на хранение и противокоррозионной защите. Отдельные

хозяйства сталкиваются с большими сложностями в этом направлении. И в МТС, и в отдельных хозяйствах при проведении работ по постановке техники на хранение возникают проблемы, связанные с нехваткой энергоэкономного технологического оборудования и эффективных доступных консервационных материалов.

Цель данной работы: предложить пути совершенствования системы хранения сельскохозяйственной техники.

Материалы и методы

При анализе существующей информации о проблемах хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники использованы: Интернет, труды ученых-коррозионистов, литературные материалы и нормативные документы, включая доступные документов министерства сельского хозяйства Российской Федерации

Результаты исследования

Проблемы хранения сельскохозяйственной техники носят организационный, экономический и технический характер [3–8]. Одна из наиболее важных организационных проблем хранения связана с обеспечением и оборудованием мест хранения сельскохозяйственной техники. Традиционно используют три способа хранения сельскохозяйственной техники: на открытой оборудованной площадке, под навесом, в закрытом помещении (рис. 1).

Лучшим считается хранение в закрытом помещении [3–8], помещение при этом может быть отапливаемым и неотапливаемым. Хранение в отапливаемом помещении – достаточно дорогой способ и может быть под силу только некоторым МТС интегрированных формирований. Неотапливаемые помещения, хотя и защищают технику от атмосферных осадков, но все равно предполагают дополнительную ингибиторную защиту техники от коррозии из-за высокой относительной влажности большую часть времени хранения. В работе [9] для хранения предлагается использовать легкое, универсальное, навесное укрытие с тепловым экраном. Даже в случае идеальной защиты с помощью таких укрытий (есть сомнения по поводу конденсации влаги на металлических поверхностях) сегодня они не выпускаются серийно, дороги и недоступны для крестьянских (фермерских) хозяйств, у кого они могли бы вызвать наибольший интерес.

При наиболее распространенном открытом хранении техники допускается помещать машины на открытых оборудованных площадках при обязательном выполнении работ по очистке и мойке машин, герметизации и снятию составных частей, требующих складского хранения, консервации, в соответствии с ГОСТ 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения». Сегодня такой организационно-технологической системы хранения машин и оборудования придерживаются на большинстве МТС и менее 10% экономически состоятельных самостоятельных хозяйств.

На Западе преобладает закрытое хранение сельскохозяйственной техники. Уже на стадии проектирования и изготовления машин и оборудования используют дорогостоящие конструкционные материалы и практически не уделяют внимания ингибиторной защите техники при

а б в

Рис. 1. Хранение техники: а – в закрытом неотапливаемом помещении; б – под навесом; в – на открытой площадке

эксплуатации и в период неиспользования. Это происходит, в частности, и из-за того, что работа техники за пределами гарантийного срока не приветствуется производителями.

Проблемы технического обслуживания сельскохозяйственной техники за рубежом, составной частью которого является хранение, преимущественно решают с использованием сервисных служб, непосредственное участие в создании и функционировании которых осуществляют фирмы-изготовители. Сервис обеспечивает работоспособность купленной техники и оборудования в течение всего срока службы. Сервисные центры, обслуживающие импортную сельскохозяйственную технику, приносят изрядную долю прибыли своим учредителям, но подобное удовольствие не из дешевых.

Еще со времен СССР техническое обслуживание в нашей стране считали второстепенным. Ремонтно-обслуживающая база сельскохозяйственных предприятий и ремонтные предприятия районного уровня создавались и функционировали практически без участия заводов-производителей тракторов и сельскохозяйственных машин, что резко отличалось от практики зарубежных стран [3]. Во время преобразований экономики страны и реформирования сельскохозяйственной отрасли существенно нарушились организационно-экономические взаимоотношения между потребителями услуг технического сервиса и их исполнителями. Все это негативно отразилось на технической оснащенности и готовности как машинно-тракторного парка, так и ремонтно-обслуживающего, поскольку на их хозяйственную и финансовую деятельность во многом влияет финансовое состояние сельскохозяйственных предприятий как основных заказчиков услуг. Из-за сложного экономического положения большинства хозяйств, многие ремонтно-обслуживающие предприятия потеряли экономическую стабильность или вообще прекратили свое существование.

По принципу «спасение утопающих – дело рук самих утопающих» наиболее заинтересованы в эффективном хранении и противокоррозионной защите техники хозяйства и, конкретно, люди, непосредственно работающие на сельскохозяйственных машинах и оборудовании. МТС обеспечивают хранение и противокоррозионную защиту принадлежащей им техники. Отдельные хозяйства могут проводить эти работы своими силами или с помощью служб МТС на договорных условиях. В хозяйствах необходимо добиться восстановления роли и функций машинных дворов для концентрации техники в местах, где ей может быть обеспечено правильное и полное техническое обслуживание, в том числе и при постановке на хранение [3, 10]. Совершенствование объектов машинного двора целесообразно проводить с использованием рекомендаций, учитывающих местные природно-климатические факторы. Необходимо строить площадки с твердым покрытием, на которых техника размещается по размерным признакам. В настоящее время актуально использовать для хранения техники аппараты и навесы, имеющие и другое назначение.

Методы и способы системы хранения сельскохозяйственной техники должны быть ориентированы на малозатратность финансовых средств и людских ресурсов, экологическую чистоту, очевидную экономическую целесообразность.

Важнейшая техническая проблема хранения связана с консервацией сельскохозяйственной техники. Чтобы службы организации хранения при МТС или ремонтно-обслуживающих предприятий отдельных хозяйств выжили в современных условиях, они должны ориентироваться на ресурсо- и энергосберегающие технологии противокоррозионной защиты, базирующиеся на применении эффективных, недорогих, доступных консервационных материалов и энергоэкономных технических средств. Это предполагает, как вариант, использование в качестве компонентов консервационных материалов отработанных минеральных и синтетических моторных масел, а также технических средств, обеспечивающих экономное расходование энергоресурсов.

В настоящее время для защиты техники от атмосферной коррозии одними из наиболее доступных и эффективных являются материалы, которые получают из собственных отработанных минеральных (ММО) и синтетических (ОСМ) моторных масел и продуктов очистки и регенерации ММО с помощью карбамида (ПООМ). При этом решаются и экологические проблемы за счет утилизации отходов путем получения из них ценных вторичных продуктов – консервационных материалов. Многочисленными исследованиями [4, 11–21] было показано, что ММО, ОСМ, а особенно ПООМ, обладают ярко выраженным ингибирующим эффектом и загущающей способностью. Консервационные составы на основе отработанных минеральных и синтетических масел, ингибированных ПООМ, образуют на металлических поверхностях сельскохозяйственных машин невысыхающие пленки, которые в дальнейшем

за счет частичного смыва атмосферными осадками, насыщения почвенными пылевидными частицами теряют липкость, становятся более твердыми и полностью удерживаются на обработанных участках весь срок хранения. Материалы, содержащие 50–70 масс. %, ПООМ в ММО или ОСМ позволяют полностью защитить металлические поверхности сельскохозяйственной техники в период хранения (до 12 месяцев). Эти составы можно наносить на уже прокорродировавшие поверхности, в этом случае они обеспечивают 50 % -ную защиту.

Технологический процесс постановки техники на хранение начинается с ее очистки, наружной мойки и слива отработанного масла. Консервационные составы можно приготовить непосредственно в местах сбора отработанного масла, что значительно сокращает денежные средства, необходимые для их получения и транспортировки (рис. 2).

Рис. 2. Схема постановки сельскохозяйственной техники на хранение

Установка ОПУ-50

Навесная установка УПХН-50

Передвижная установка ПРК-3

Мобильный энергопривод МЭП-02

Ручной распылитель ПРК-4

Навесная установка УЛН-03

Рис. 3. Оборудование для консервации сельскохозяйственной техники

В условиях значительного количества сельскохозяйственной техники на МТС можно иметь технические средства для нанесения консервационных материалов на базе прицепов, тележек, с помощью которых можно проводить несколько технологических операций, рассчитанных на продолжительную работу без дозаправки [22–25]. Но такое оборудование имеет высокие показатели по энерго- и металлоемкости. Приоритет за экономными установками, универсальными по виду применяемых консервационных материалов, работающими от источников энергии тракторов, с помощью которых можно наносить защитные материалы при неблагоприятных погодных условиях, особенно в условиях отдельных хозяйств, где техники немного [26–30].

В качестве комплекта технических средств для приготовления и нанесения защитных в ФГБНУ ВНИИТиН разработаны (рис. 3): установка для приготовления консервационных композиций на основе ингибированных отработанных масел ОПУ-50; навесная установка для подготовки техники к хранению УПХН-50; передвижная установка для обработки машин нагретыми консервационными материалами ПРК-3; ручной распылитель для нанесения жидких составов ПРК-4; мобильный энергопривод консервационного оборудования МЭП-02, навесная установка УЛН-03 с локальным нагревателем [26–30].

Чтобы службы организации хранения при МТС или ремонтно-обслуживающих предприятий отдельных хозяйств работали эффективно, необходимо подготовить квалифицированные кадры. Для обеспечения их занятости возможна организация проведения противокоррозионных работ сторонним организациям и частникам на договорной основе.

За последние 5…10 лет обновился квалификационный состав инженерно-технических работников сельхозпредприятий. Стало меньше дипломированных специалистов. Нарушился порядок поступления в хозяйства справочной и нормативно-технической документации, в том числе и по проблемам обеспечения хранения сельскохозяйственной техники. Специалисты в хозяйствах не знают инженерно-экономических основ грамотной постановки машин на хранение, имеют смутное представление о современных технологиях, технологическом оборудовании, защитных материалах, не могут планировать развитие стоянок техники и т.п. Помочь им в этом могут научно-исследовательские организации, которые в координации с отраслевым и академическим руководством, передовыми хозяйствами, специалистами-новаторами, должны изменить неблагоприятную тенденцию в области сохраняемости машин и в целом металлофонда в сельском хозяйстве.

Выводы

Совершенствование системы хранения сельскохозяйственной техники должно быть направлено:

– на создание служб хранения техники при МТС и ремонтно-обслуживающих предприятий хозяйств; восстановление роли и функций машинных дворов;

– на малозатратность финансовых средств и людских ресурсов, экологическую чистоту, очевидную экономическую целесообразность;

– на использование ресурсосберегающих технологий противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники, базирующихся на энергоэкономных технических средствах, универсальных по виду применяемых консервационных материалов и консервационных материалах на основе доступного вторичного сырья.

Список литературы

1. Завражнов А. И., Никитин А. В. Реализация приоритетного национального проекта «Развитие АПК»: от основных параметров до фактического исполнения // Вестник МичГАУ. 2007. № 2. С. 10–17.

2. Бурак П. И. Техническое обновление агропромышленного комплекса Российской Федерации // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 5. С. 5–6.

3. Сохраняемость и противокоррозионная защита техники в сельском хозяйстве / В. И. Черноиванов [и др.]. М. : ГНУ ГОСНИТИ, 2009. 240 с.

4. Князева Л. Г. Научные основы создания антикоррозионных консервационных материалов на базе отработавших нефтяны масел и растительного сырья : дис. … д-ра хим. наук. Тамбов, 2012. 374 с.

5. Севернев М. М. Хранение сельскохозяйственной техники. Минск : Урожай, 1980. 118 с.

6. Кузьмин В. Н., Федоренко В. Ф., Сазонов С. Н. Справочник фермера. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 616 с.

7. Кателиков А. Н. Формирование и оптимальное использование машинно-технологических станций в интегрированных структурах

АПК : дис. … канд. экон. наук. Воронеж, 2009. 170 с.

8. Марков А. Н. Организация обслуживания сельскохозяйственных предприятий машинно-технологическими станциями : дис. … канд. экон. наук. М., 2001. 167 с.

9. Укрытие для хранения сельскохозяйственной техники / М. Б. Латышонок [и др.] // Известия ТулГУ. Технические науки. 2011. Вып. 4. С. 204–207.

10. Губашева А. М., Князева Л. Г., Прохоренков В. Д. Проблемы хранения сельскохозяйственной техники в Республике Казахстан // Наука в центральной России. 2015. № 3(15). С. 39–49.

11. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М10$Г_2$(к) / В. Д. Прохоренков, Л. Г. Князева, В. В. Остриков, И. Ю. Чернышова // Практика противокоррозионной защиты. 2003. № 3. С. 7–11.

12. Прохоренков В. Д., Остриков В. В., Князева Л. Г. Использование отработанных моторных масел как основы для консервационных материалов // Практика противокоррозионной защиты. 2000. № 2. С. 40–45.

13. Прохоренков В. Д., Петрашев А. И., Князева Л. Г. Защита от коррозии сельскохозяйственной техники отработанными маслами // Техника в сельском хозяйстве. 2006. № 5. С. 18–21.

14. Князева Л. Г., Вигдорович В. И., Прохоренков В. Д. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами // Коррозия: материалы, защита. 2010. № 10. С. 25–30.

15. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами / А. И. Петрашев, Л. Г. Князева, В. Д. Прохоренков, В. В. Клепиков // Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 66–71.

16. Оценка воздействия на окружающую среду процессов хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники. Сообщение 2. Выбросы загрязняющих веществ в биосферу / В. Д. Прохоренков [и др.] // Практика противокоррозионной защиты. 2001. № 2(20). С. 28–34.

17. Антикоррозионная эффективность поверхностных и защитных пленок товарных и отработанных синтетических масел на примере продукта Мобил-1 / Л. Г. Князева [и др.] // Практика противокоррозионной защиты. 2014. № 2(72). С. 58–65.

18. Антикоррозионная характеристика пленок нефтяных и синтетических масел и их физико-химические характеристики / Л. Г. Князева [и др.] // Коррозия: материалы, защита. 2014. № 9. С. 31–37.

19. Состав и противокоррозионные свойства остаточных продуктов очистки и осветления отработанных моторных масел / Л. Г. Князева, В. Д. Прохоренков, В. И. Вигдорович, С. С. Епифанцев // Практика противокоррозионной защиты. 2003. № 3. С. 55–58.

20. Вигдорович В. И., Князева Л. Г., Прохоренков В. Д. Защитная эффективность продуктов очистки отработавших масел в условиях электрохимической коррозии стали // Технология нефти и газа. 2008. № 4(57). С. 24–30.

21. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 4. Защитная эффективность ингибированных ПООМ отработанных масел в условиях влагонасыщения / В. Д. Прохоренков, Л. Г. Князева, В. И. Вигдорович, С. С. Епифанцев // Практика противокоррозионной защиты. 2006. № 2(40). С. 41–47.

22. Петрашев А. И. Оборудование для противокоррозионной защиты техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 5. С. 31–33.

23. Петрашев А. И. Пневматическая установка для нагрева и распыления вязких красок и мастик в условиях АПК // Практика противокоррозионной защиты. 2001. № 4. С. 23–26.

24.Петрашев А. И., Ивойлов А. А., Шаталин Ю. Ю. Передвижная установка для противокоррозионной защиты машин // Техника в сельском хозяйстве. 2009. № 2. С. 27–29.

25. Петрашев А. И. Гидродинамический нагрев вязких смазок при консервации сельхозмашин // Техника в сельском хозяйстве. 2006. № 4. С. 23–27.

26. Петрашев А. И., Сазонов С. Н., Клепиков В. В. Научно-технические основы механизации процессов консервации аграрной техники // Вестник МичГАУ. 2014. № 4. С. 61–67.

27. Петрашев А. И., Князева Л. Г., Клепиков В. В. Энергоэкономный процесс противокоррозионной обработки сельхозмашин в полевых условиях // Наука в центральной России. 2013. № 5. С. 47–54.

28. Совершенствование навесных средств консервации машин / А. И. Петрашев, В. Д. Прохоренков, Л. Г. Князева, А. А. Ивойлов // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 6. С. 49–51.

29. Мобильный агрегат для противокоррозионной защиты с.-х. техники вязкими смазка-

ми / А. И. Петрашев, Л. Г. Князева, В. В. Клепиков, М. А. Плужников // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 11–13.

Князева Лариса Геннадьевна, д-р хим. наук, доцент, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.

E-mail: vitin-10@mail.ru.

Сазонов Сергей Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.

E-mail: vitin-10@mail.ru.

* * *

УДК 621.43.001.42

АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ В РЕЖИМЕ ПРОКРУТКИ ДВИГАТЕЛЯ СТАРТЕРОМ ТРАНСПОРТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

С. С. Куков, А. В. Гриценко

На основе анализа результатов измерения динамической компрессии в режиме прокрутки коленчатого вала двигателя представлен усовершенствованный метод диагностирования цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания. В качестве расчетных взяты параметры двигателя ЗМЗ-4062. Разработана математическая модель, учитывающая изменение величины динамического давления в камере сгорания от различных параметров двигателей машинно-тракторных агрегатов. Рассматривали временной участок процесса сжатия, равный 180 градусам, угла поворота коленчатого вала. При эквивалентном сечении утечки из камеры сгорания, равном 0,1 мм, максимальное давление конца такта сжатия достигало 13 бар. При проведении экспериментальных исследований использовали USB осциллограф Постоловского. В режиме прокрутки стартером снимали осциллограмму давления в разных цилиндрах двигателя на фазе сжатия и фиксировали временной отрезок прохождения фазы. Далее измеряли фазу снижения давления на рабочем такте. Относительное изменение данных участков сопоставляли с контрольными параметрами. Сравнивали положение максимума величины давления и его положение на осциллограмме. Доказали: чем больше суммарное эквивалентное сечение утечки, тем существеннее изменение величины давления конца сжатия от оборотов коленчатого вала двигателя. При суммарном эквивалентном сечении утечки 1,5 мм величина давления изменяется с 6 бар при 100 мин$^{-1}$ до 12 бар при 300 мин$^{-1}$. При суммарном эквивалентном сечении утечки 0,1 мм составляет 16,5–17,5 бар в пределах изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя от 100 до 300 мин$^{-1}$. Установили, что износ колец вызывает существенное смещение фазы максимального давления. При износе колец 0,1 мм фаза неизменна на всем диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от 100 до 300 мин$^{-1}$. При износе колец 1,5 мм при 100 мин$^{-1}$ смещение фазы составляет 15 градусов, при 300 мин$^{-1}$ – 6 градусов. Достоверность оценки усовершенствованным методом составила 0,95.

Ключевые слова: двигатель, цилиндропоршневая группа, диагностирование, частота вращения, давление, осциллограмма давления, режимы, параметры.

На сегодня ресурсные параметры лучших конструкций двигателей достигли 1–3 млн км. Для отечественных конструкций эти цифры куда скромнее, например, для современных ДВС КамАЗ составляют 500 тыс. км. Несмотря на приведенные ресурсные параметры, большинство автомобилей в России эксплуатируются далеко за пределами этих цифр. Так, на долю ЦПГ приходится 10–15 % отказов двигателя [1–5]. Известно, что предельное состояние ДВС, и в частности цилиндропоршневой группы (ЦПГ), определяется пусковыми свойствами в режиме прокрутки [6, 7]. Следовательно, в практике эксплуатации и ремонта ДВС необходимо контролировать параметры технического состояния ЦПГ, от которых напрямую зависят пусковые свойства [7].

Целью исследований является повышение эффективности диагностирования ЦПГ за счет контроля параметров динамической компрессии в режиме прокрутки коленчатого вала двигателя.

Для выбора перспективного способа диагностирования, следует проанализировать все известные существующие в настоящее время способы контроля технического состояния и диагностирования ЦПГ ДВС.

Известен метод на использовании газового расходомера ГОСНИТИ [6]. Его использование

оказалось слишком трудоемким и требует четкого соблюдения процесса, т.к. малейшее несоблюдение приводит к отклонению показателей, считываемых прибором.

Газовый счетчик и реометр жидкостный не лишены тех же недостатков что и газовый расходомер [6].

Компрессометры [6, 8]. Значения компрессии являются малодостоверными, так как давление в конце сжатия зависит от частоты вращения коленчатого вала, а при использовании стартера нельзя добиться постоянства этой частоты. К тому же данный метод требует значительных затрат на разборочно-сборочные работы.

Стетоскопы. Достоверность оценки зависит от квалификации диагноста. В большинстве случаев стуки начинают прослушиваться только тогда, когда зазоры значительно превышают максимально допустимые [6, 7].

Известен метод по продувке цилиндров сжатым воздухом при использовании прибора К-69М [9]. Основным его недостатком является то, что необходимо устанавливать поршень в определенном положении (на начало сжатия, в ВМТ и т.д.) Сделать это на современных автомобилях очень сложно из-за того, что на двигателях нет вспомогательных рисок, к тому же многие современные автомобили оборудованы автоматической трансмиссией, что также усложняет работу. Прибор не показывает износ лабиринтного уплотнения в соединении *поршень – кольцо*.

Пневмотестер К-272. Отличие от компрессометра в том, что показания не зависят от оборотов коленчатого вала ДВС, состояния АКБ и т. п., так как измерения проводятся на неподвижном двигателе. При использовании пневмотестера К-272 не удалось избавиться от недостатков, присущих прибору К-69, также необходимо выставлять поршень в определенное положение, прокручивая ведущее колесо, и работа с ним по-прежнему требует множества подготовительных операций [6, 7].

На сегодня распространен **метод относительной оценки ЦПГ**, основанный на последовательном отключении цилиндров по одному и контроле снижения частоты вращения [6, 10]. Этот метод позволяет производить относительную оценку, а не абсолютную. Этот метод бесполезен, если все цилиндры изношены одинаково.

Метод диагностирования, основанный на измерении мощности [6]. К его недостаткам относится то, что этот метод малочувствителен к износу ЦПГ, так как предельно изношенный двигатель теряет всего 6% мощности. В этом методе учитывается износ всех цилиндров одновременно, а это не позволяет выявить отдельные изношенные цилиндры. Все эти недостатки также относятся к стенду с беговыми барабанами.

Метод диагностирования по току питания стартера [6]. Метод имеет низкую достоверность из-за влияния на этот показатель большого числа факторов, таких как техническое состояние стартера и аккумуляторной батареи.

Метод определения состояния отдельных цилиндров по величине разрежения [6]. Состояние каждого цилиндра оценивают с помощью вакуум-анализатора КИ-5315-ГОСНИТИ по величине вакуумметрического давления (разрежения) в надпоршневом пространстве. Данный метод очень трудоемок в применении. По снятым показаниям невозможно разделить износ отдельных элементов ЦПГ.

Известна группа методов оценки технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных дизелей по разности расходов воздуха на впуске и выпуске в пусковом режиме [11, 12]. Однако для них характерны значительные трудоемкости и неоднозначности диагнозов.

Известен метод, основанный на измерении количества воздуха, прорвавшегося через неплотности камеры сгорания на холостом ходу (осциллограф Постоловского) [13, 14]. К его недостаткам относится то, что в стандартной технологии используется неподходящий режим. Осциллограф Постоловского снимает показания на холостом ходу, а на этом режиме проявляются не все неисправности, к тому же достоверность этого метода во многом зависит от правильности математической модели, используемой при расчете утечек. Еще одним недостатком является то, что не учитываются утечки воздуха, прошедшие через ГРМ. Эти недостатки приводят к низкой достоверности метода.

В нашей работе предполагается использовать для диагностирования отдельных элементов ЦПГ USB осциллограф Постоловского [14]. При этом чувствительность и точность метода предлагается повысить за счет использования режима прокрутки стартером ДВС.

Теоретические исследования

Целью теоретических исследований является изучение влияния различных факторов на процесс сжатия рабочей смеси в надпоршневом пространстве при прокрутке двигателя стартером. Данными факторами выступают частота прокрутки ДВС, температурные параметры, зазоры и износы отдельных элементов ДВС.

Рассмотрим процесс измерения давления в зависимости от угла поворота коленчатого вала в поршневом бензиновом двигателе.

Предположим, что процесс сжатия в цилиндре адиабатный (без взаимодействия с окружающей средой).

Адиабатный процесс будет подчиняться уравнению состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона [15–20].

$$PV = \mu RT\,, \qquad (1)$$

где P – давление, Па;

V – объем, мм^3;

μ – молярная масса вещества;

R – газовая постоянная, Дж/кг;

T – температура, К.

Адиабатным называют процесс, происходящий без теплообмена с окружающей средой. Уравнение адиабаты имеет следующий вид [19]:

$$PV^k = \text{const или } P_1v_1^k = P_2v_2^k\,, \qquad (2)$$

где k – показатель адиабаты для воздуха равен 1,4.

Проведем расчеты для двигателя ЗМЗ-4062. Характеристики ДВС ЗМЗ-4062:

Ход поршня – 86 мм; диаметр цилиндра – 2 мм; радиус кривошипа $R_{кр}$ = 43 мм; степень сжатия ε = 9,3; μ = 28,96 кг/моль для воздуха; газовая постоянная R = 287 Дж/кг; $\rho_в$ = 1,293 кг/м^3 плотность воздуха; рабочий объем цилиндра $V_{р.цил}$ = 571 401,2 мм^3 и площадь поршня $S_{порш}$ = = 6644,24 мм^2.

Объем камеры сгорания находим из соотношения, которое имеет вид:

$$V_{к.з} = \frac{V_{р.цил}}{\varepsilon}\,, \qquad (3)$$

где ε – степень сжатия.

$$V_{к.з} = \frac{571\,401{,}2}{9{,}3} = 6144 \text{ мм}^3\,.$$

Применим формулу Менделеева-Клапейрона для цилиндра двигателя ЗМЗ-4062, принимая начальное давление, равное одному бару. Конструкция ДВС выполнена так, что при повороте коленчатого вала от нижней мертвой точки до угла поворота в 46° цилиндр сообщается с атмосферой и изменение объема не влияет на изменение давления.

Ход поршня от нижней мертвой точки к верхней в зависимости от угла поворота коленчатого вала описывается уравнением, которое имеет вид:

$$j = R_{кр}\left[\left(1-\cos\varphi\right)+\frac{\lambda}{4}(1-\cos 2\varphi)\right], \qquad (4)$$

где φ – угол поворота коленчатого вала, рад;

$R_{кр}$ – радиус кривошипа, мм;

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна, λ = 0,2721 [3].

Подставляя известные параметры в уравнение (4), получим зависимость хода поршня j, мм, от угла поворота коленчатого вала φ, град (рис. 1).

Изменение объема надпоршневого пространства в зависимости от хода поршня вычислим по следующему уравнению:

$$V_2 = \left(V_{раб} + V_{к.з}\right) - j\cdot S_{порш}\,. \qquad (5)$$

Подставляя известные значения параметров в уравнение (5), получим зависимость объема надпоршневого пространства V_2, мм^3 от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град (рис. 2).

Вычислим изменение давления в зависимости от изменения объема надпоршневого пространства:

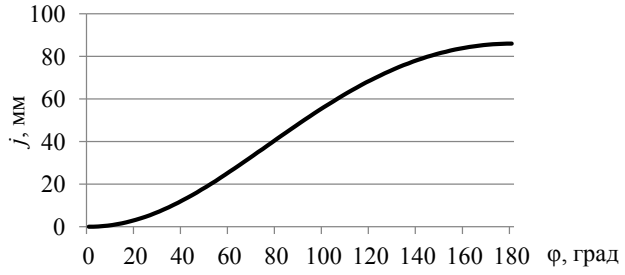


Рис. 1. Зависимость хода поршня j, мм, от угла поворота коленчатого вала φ, град

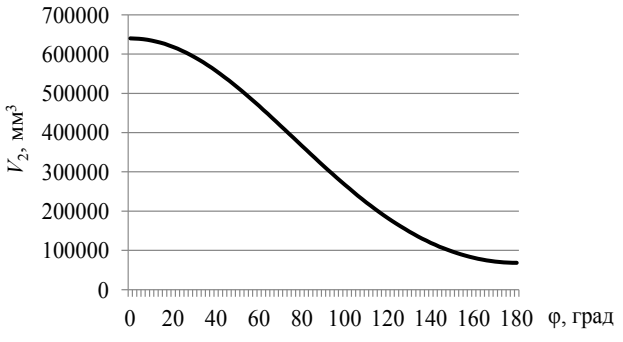


Рис. 2. Зависимость объема надпоршневого пространства V_2, мм^3, от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k , \qquad (6)$$

где P_1 – давление в начале такта сжатия, Па;

k – показатель адиабаты для воздуха равен 1,4.

На основании уравнения (6) построим зависимость давления в камере сгорания P_2, бар, от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град (рис. 3).

С увеличением давления будет расти и температура, найдем ее из выражения [20]:

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} , \qquad (7)$$

где V_1 и V_2 – объем надпоршневого пространства в начальный момент сжатия и последующий за ним (через 2 градуса поворота коленчатого вала), мм^3.

Подставляя данные в уравнение (7), получим зависимость температуры в камере сгорания T_2, К, от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град (рис. 4).

Начальная температура воздуха в надпоршневом пространстве принимается равной T_1 = 293 К.

Определим количество теплоты, которое воздух, сжимаемый в цилиндре, отдает стенкам цилиндра и камеры сгорания за время поворота вала двигателя на два градуса. Это количество теплоты можно найти по следующей зависимости:

$$Q = t \cdot \alpha_в \cdot F_w \cdot \left(\left(\frac{T_1 + T_2}{2} \right) - 293 \right), \qquad (8)$$

где t – время поворота вала двигателя на угол φ, с;

$\alpha_в$ – коэффициент теплопередачи воздуха, Вт/м^2·К;

F_w – площадь стенок цилиндра и камеры сгорания через которые передается тепло, мм^2, $F_w = F_{сц} + F_{кс}$;

T_1 и T_2 – температура в объеме сжатия начальная и последующая (через 2 градуса поворота коленчатого вала) стенок цилиндра, °С.

Время поворота вала двигателя на угол (2°) определим по следующей формуле:

$$t = \frac{\varphi}{6 \cdot n}, \qquad (9)$$

где n – частота вращения вала двигателя, мин$^{-1}$.

Частоту вращения вала двигателя стартером примем равной 250 мин$^{-1}$, тогда время поворота вала двигателя на 2° составит:

$$t = \frac{2}{6 \cdot 250} = 0,00133 \text{ с} .$$

Коэффициент теплопередачи воздуха является функцией давления и температуры в цилиндре и определяется по следующей зависимости, Вт/м^2·К:

$$\alpha_в = 0,475 \cdot \sqrt{T_2 \cdot P_2} . \qquad (10)$$

Площадь стенок цилиндра, через которые передается тепло, является функцией угла поворота вала двигателя и вычисляется по следующей зависимости:

$$F_{сц} = \pi \cdot D \cdot (h - j) . \qquad (11)$$

Камера сгорания имеет сферическую форму. Зная радиус сегмента сферы, который равен радиусу цилиндра и ее объем, можно найти высоту камеры сгорания $h_{кс}$.

Объем сегмента сферы в зависимости от ее геометрии вычисляется по следующей зависимости:

$$V_{кс} = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot h_{кс} \cdot \left[h_{кс}^2 + 3 \cdot \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right], \qquad (12)$$

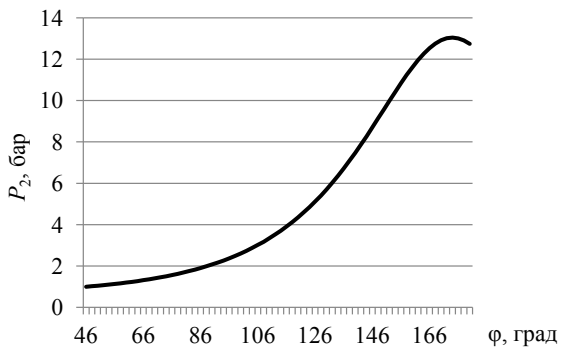


Рис. 3. Зависимость давления в камере сгорания P_2, бар, от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град

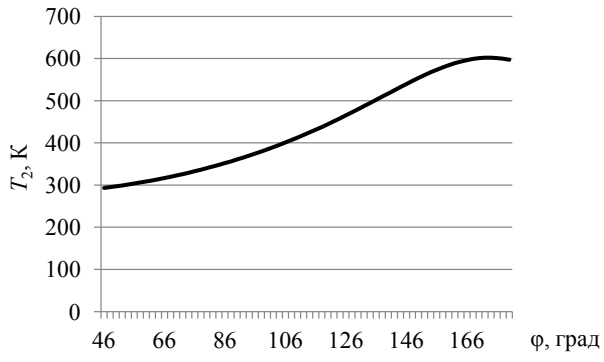


Рис. 4. Зависимость температуры в камере сгорания T_2, К, от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град

$$V_{кс} = \frac{1}{6} \cdot 3{,}14 \cdot h_{кс} \cdot \left[h_{кс}^2 + 3 \cdot \left(\frac{92}{2} \right)^2 \right] = 68\,466 \text{ мм}^3.$$

Решив это уравнение относительно высоты камеры сгорания, найдем, что $h_{кс}$ = 19,5 мм.

Площадь поверхности камеры сгорания вычисляется по формуле:

$$F_{кс} = \pi \cdot \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + h_{кс}^2 \right], \quad (13)$$

$$F_{кс} = 3{,}14\left[2116 + 380{,}25\right] = 7838 \text{ мм}^2.$$

При передаче тепла стенкам цилиндра и камеры сгорания температура воздуха в цилиндре вычисляется по следующему уравнению:

$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot C_v}, \quad (14)$$

где m – масса воздуха в цилиндре, кг;

C_v – изобарная теплоемкость воздуха, кДж/кг·К.

Массу воздуха в цилиндре вычислим по следующей формуле:

$$m = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}, \quad (15)$$

где V – объем сжатия на 46 градусе поворота коленчатого вала двигателя, мм^3;

P – давление в камере сгорания при этом объеме, Па;

T – температура в камере на 46 градусе поворота коленчатого вала, К.

$$m = \frac{10^5 \cdot 532\,506 \cdot 10^{-9}}{287 \cdot 293} = 0{,}000633 \text{ кг}.$$

Значение изобарной теплоемкости воздуха являются функцией температуры воздуха и вычисляются по следующей зависимости:

$$C_v = -3{,}17 \cdot 10^{-10} \cdot T_2^3 + 7{,}0749 \cdot 10^{-7} \cdot T_2^2 - \\ -2{,}83069 \cdot 10^4 \cdot T_2 + 0{,}7474 \ \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}. \quad (16)$$

После передачи тепла стенкам цилиндра температура воздуха в цилиндре вычисляются по следующему уравнению:

$$T_3 = T_2 - \frac{Q}{m \cdot C_v}, \quad (17)$$

где T_3 – температура воздуха в цилиндре при передаче тепла стенкам цилиндра, К.

При передаче тепла стенкам цилиндра изменится и значения давления воздуха в цилиндре. Значения давления воздуха в цилиндре вычисляется по следующему уравнению:

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot T_3}{T_2}, \quad (18)$$

где P_3 – давление в цилиндре с учетом передачи тепла стенкам цилиндра, Па.

Для определения объема воздуха, просочившегося через зазоры ЦПГ, необходимо найти характер истечения, т.е. истечение происходит с докритической скоростью или с критической скоростью. Для этого необходимо найти показатель β:

$$\beta = \frac{P_0}{P_3}, \quad (19)$$

где P_0 – атмосферное давление, Па;

P_3 – давление в цилиндре, Па.

$\beta_{кр}$ для двухатомного газа равно 0,528. Если $\beta > \beta_{кр}$, то истечение происходит с докритической скоростью и вычисляется по формуле:

$$\omega = \sqrt{2 \frac{k}{k-1} R T_3 \left[1 - \left(\frac{P_0}{P_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}, \quad (20)$$

где k – показатель адиабаты для воздуха равен 1,4.

Если $\beta < \beta_{кр}$, то истечение происходит с критической скоростью и вычисляется по формуле:

$$\omega_{кр} = \sqrt{2 \frac{k}{k+1} R T_3}. \quad (21)$$

Объем воздуха, просочившейся через зазоры ЦПГ, при повороте коленчатого вала на 2 градуса определим по формуле:

$$\Delta V = \frac{2}{6n} \cdot \omega \cdot 10^3 \cdot F, \quad (22)$$

где F – площадь зазора в ЦПГ, образовавшегося в результате износа, мм^2.

Примем, что в результате утечки происходит адиабатное расширение воздуха в цилиндре на величину ΔV, тогда давление в результате расширения воздуха определим по уравнению:

$$P_4 = P_3 \left(\frac{V_2}{V_2 + \Delta V} \right)^k. \quad (23)$$

Подставляя данные в уравнение (23), построим зависимость давления в камере сгорания P_4, бар, в результате расширения воздуха от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град (рис. 5).

Температура в результате расширения определится по уравнению:

$$T_4 = T_3\left(\frac{V_2}{V_2 + \Delta V}\right)^{k-1}. \qquad (24)$$

Таким образом, разработана математическая модель, которая с учетом частоты прокрутки, утечек воздуха в зазоры и др. факторов позволяет моделировать изменение давления в камере сгорания и сравнивать с экспериментальными данными.

Методика исследования

Экспериментальные исследования проводились при использовании USB осциллографа Постоловского, компрессометра, прибора К-69 [6, 7, 13, 14] на двигателе ЗМЗ-4062 [14].

Предварительно установлено, что в режиме прокрутки стартером сигнал давления имеет большую информативность [14].

Техническое состояние ЦПГ должно оцениваться целым набором структурных параметров, таких как изменение геометрических размеров по высоте и диаметру цилиндра, форме колец в свободном состоянии, размерами колец и поршня, чистотой сопрягаемых поверхностей, а также взаимным расположением относительно друг друга. Такую сложную задачу диагностирования ЦПГ не может решить ни один из известных методов диагностирования. Эту проблему можно решить, если скомбинировать два метода в один. В модели процесса сжатия мы использовали постоянное значение зазоров утечки для моделирования износа колец, или меняющиеся по известному закону от угла поворота коленчатого вала для моделирования износа гильз цилиндра. Модель станет более информативной, если в нее ввести зависимость зазоров утечки от угла поворота коленчатого вала. Эту зависимость легко получить, если использовать для измерения компрессии дифференциальный датчик давления (рис. 6).

На рисунке 6 видно, что к датчику положения коленчатого вала подсоединен провод осциллографа Постоловского для контроля частоты вращения ДВС. С дифференциального датчика давления снимается сигнал давления и фазы и подаются на осциллограф Постоловского. Комбинация данных методов диагностирования в один комплексный дает возможность всестороннего контроля ЦПГ двигателя.

Результаты экспериментальных исследований

В результате экспериментальных исследований получена зависимость давления конца сжатия, бар, от частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин, при износе колец (рис. 7).

Из рисунка 7 видно, что с ростом величины износа колец давление конца сжатия снижается. Причем при больших износах динамика изменения давления конца сжатия существеннее изменяется от оборотов прокрутки. Так, при сечении 1,5 мм (линия Р1,5) – при 100 об/мин давление равно 6 бар, а при 300 об/мин – 12 бар. Тогда как при сечении 0,1 мм (линия Р0) на всем протяжении от 100 до 300 об/мин давление держится на уровне 16–17 бар.

При проведении эксперимента с различным техническим состоянием цилиндров получена зависимость, представленная на рисунке 8.

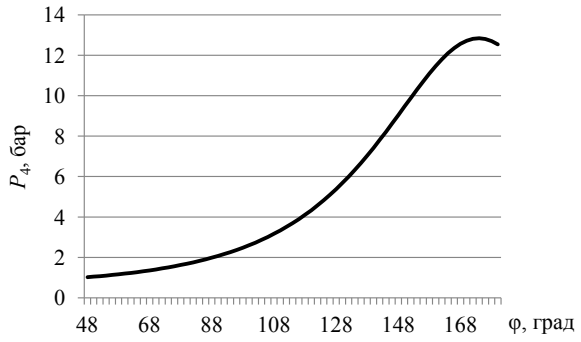


Рис. 5. Зависимость давления в камере сгорания P_4, бар, в результате расширения воздуха от угла поворота коленчатого вала двигателя φ, град

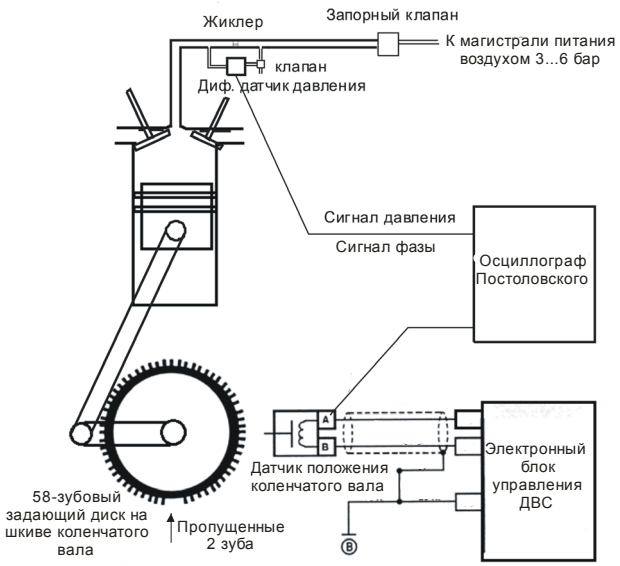


Рис. 6. Схема установки с дифференциальным датчиком давления и подсоединенным к нему осциллографом Постоловского

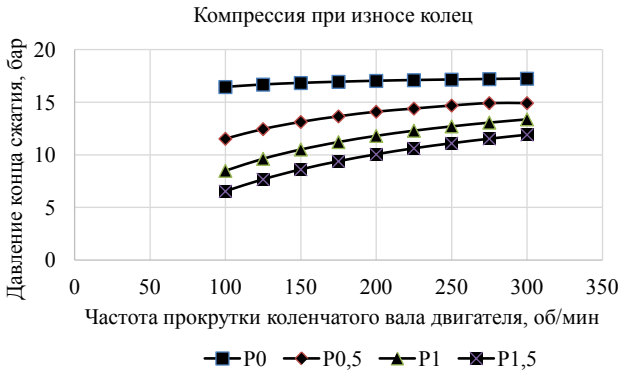


Рис. 7. Зависимость давления конца сжатия, бар, от частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин при износе колец: *P*0 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,1 мм; *P*0,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,5 мм; *P*1 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,0 мм; *P*1,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,5 мм

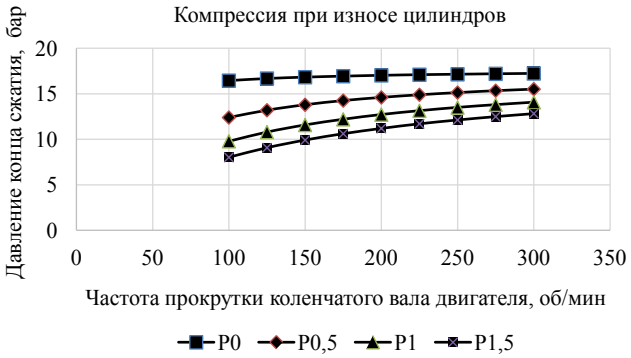


Рис. 8. Зависимость давления конца сжатия, бар, от частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин при износе цилиндров: *P*0 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,1 мм; *P*0,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,5 мм; *P*1 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,0 мм; *P*1,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,5 мм

Характер изменения давления конца сжатия от оборотов аналогичен рисунку 7. Однако при износе колец значительно изменяется фаза давления, что проиллюстрировано на рисунке 9.

На рисунке 9 заметно, что чем больше изношены кольца, тем больше происходит смещение фазы. Важным критерием для отбраковки двигателя являются его пусковые свойства. В предельно изношенных двигателях заметно меняется фаза максимального давления относительно ВМТ (линия *P*1 на рисунке 13), того момента, когда необходима подача искры. Для более успешного пуска, подача искры должна соответствовать моменту максимального давления. По данным на рисунке 13 можно регулировать оптимум зажигания современных автомобилей, повышая пусковые свойства ДВС.

Вывод

Полученные экспериментальные данные позволяют объективно оценивать техническое состояние ЦПГ в различных условиях диагностирования (состояние АКБ, значения частоты прокрутки коленчатого вала стартером, степень подготовленности автомобиля к диагностированию). Так, при суммарном эквивалентном сечении утечки 1,5 мм величина давления конца сжатия изменяется с 6 бар при 100 мин$^{-1}$ до 12 бар при 300 мин$^{-1}$. В то время как при суммарном эквивалентном сечении утечки 0,1 мм величина давления конца сжатия составляет 16,5–17,5 бар при тех же пределах изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя от 100 до 300 мин$^{-1}$. Установлено, что износ колец вызывает существенное смещение фазы максимального давления. Так, при износе колец 0,1 мм фаза неизменна на всем диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от 100 до 300 мин$^{-1}$. При износе же колец 1,5 мм при 100 мин$^{-1}$ смещение фазы составляет 15 градусов, при 300 мин$^{-1}$ – 6 градусов. Достоверность оценки технического состояния усовершенствованным методом составила 0,95.

Список литературы

1. Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. Новейшие автомобильные электронные системы. М. : СОЛОН-Пресс, 2005. 240 с.

2. Дьяченко В. Г. Теория двигателей внутреннего сгорания : учебник / пер. с укр. языка. Харьков : ХНАДУ, 2009. 340 с.

3. Конструирование впускных и выпускных каналов двигателей внутреннего сгорания / Б. Х. Драганов [и др.]. К. : Вища шк. Головное изд-во, 1987. 175 с.

4. Глемба К. В., Глемба, В. К. Экологические аспекты и пути совершенствования работы дизельного ДВС // Материалы LII междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Челябинск : ЧГАА, 2013. Ч. 6. С. 114–121.

5. Формирование инвестиционного механизма в сфере технического сервиса в сельском хозяйстве : монография / В. И. Черноиванов [и др.] ; под общ. ред. В. И. Черноиванова. М. : ГОСНИТИ, 2013. 298 с.

6. Бакайкин Д. Д., Гриценко А. В., Куков С. С. Лабораторный практикум по диагно-

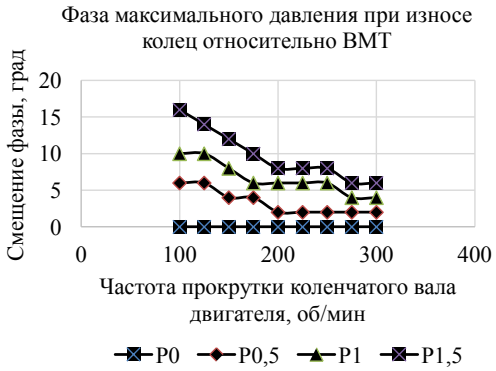


Рис. 9. Зависимость фазы максимального давления конца сжатия, бар, от частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин при износе колец: *P*0 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,1 мм; *P*0,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 0,5 мм; *P*1 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,0 мм; *P*1,5 – суммарное эквивалентное сечение утечки 1,5 мм

стированию и техническому обслуживанию автомобилей. Челябинск : ЧГАУ ; Б.и., 2007. 192 с.

7. Диагностирование и техническое обслуживание электронных систем ДВС: метод. указ. к провед. лаб. работ / сост. А. В. Гриценко [и др.] ; Южно-Уральский ГАУ. Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2015. 42 с.

8. Сараева И. Ю. Исследование закона распределения случайной величины компрессии // Автомобильный транспорт. 2011. № 29. С. 199–206.

9. Сазонов К. А. Диагностирование цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания пневматическим способом при низких рабочих давлениях : автореф. дис. … канд. техн. наук. Челябинск, 1997. 22 с.

10. Иванов Р. В. Диагностирование ДВС по параметру мощности механических потерь : автореф. дис. … канд. техн. наук. Волгоград, 2010. 40 с.

11. Понизовский А. Ю. Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных дизелей по разности расходов воздуха на впуске и выпуске в пусковом режиме : автореф. дис. … канд. техн. наук. Новосибирск, 2010. 111 с.

12. Пичугин А. И. Повышение эффективности диагностирования цилиндропоршневой группы автомобильных двигателей путем совершенствования методов и средств распознавания ее состояний : автореф. дис. … канд. техн. наук. Саратов, 2011. 23 с.

13. Руководство по эксплуатации USB Autoscope III, руководство по работе с программой USB осциллограф). Режим доступа : http://www.autoscaners.ru /catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf.

14. Гриценко А. В. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем питания и смазки двигателей внутреннего сгорания (экспериментальная и производственная реализация на примере ДВС автомобилей) : дис. … д-ра техн. наук. Челябинск, 2014. 397 с.

15. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб и доп. М. : Высш. школа, 1980. 400 с.

16. Николаенко А. В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Колос, 1992. 414 с.

17. Дементий Л. В., Кузнецов А. А., Менафова Ю. В. Сборник задач по технической термодинамике и теплопередаче. Краматорск : ДГМА, 2002. 260 с.

18. Колчин А. И., Демидов В. П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М. : Высш. шк., 2008. 496 с.

19. Кавтарадзе Р. З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях : учеб. пособ. для вузов. М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2001. 592 с.

20. Обозов А. А., Таричко В. И. Математическое имитационное моделирование рабочего процесса автомобильного ДВС в целях изучения диагностической информации // Двигателестроение. 2013. № 2(252). С. 21–26.

Куков Станислав Семенович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: kukov24@mail.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

* * *

УДК 631.3.004

МЕТОДИКА РАСЧЕТА, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ АГРЕГАТОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

А. М. Плаксин, В. В. Качурин, Д. Б. Власов, М. А. Недоводин

На основе многолетних экспериментальных исследований показателей использования и эксплуатационной надежности посевных комбинированных машинно-тракторных агрегатов (КМТА) на сельхозпредприятиях лесостепной зоны Челябинской области рассмотрены три варианта комплектования агрегатов, их технико-экономические характеристики. Приведены результаты по оценке эффективности использования, технической готовности агрегатов, скомплектованных на базе лучших отечественных и импортных машин. Установлено, что основными причинами снижения величины коэффициента готовности КМТА во время посевного цикла являются частые отказы технологических машин. Это обусловлено их малой наработкой на отказ, в диапазоне 5–15 часов, многочисленностью рабочих органов и механизмов, узлов сельхозмашин. Однако в связи с малой трудоемкостью устранения последствий их отказов коэффициент готовности, рассчитанный по принятой методике по КМТА имеет относительно высокую величину – в пределах $K_{Г} = 0{,}85…0{,}95$. Фактически же в рядовых условиях эксплуатации комбинированных посевных агрегатов их простои из-за отказов сельхозмашин составляют до 20–30 % рабочего времени смены, что пропорционально увеличивает продолжительность посевных работ. Обусловлено это дефицитом обменного фонда составных частей машин (СЧМ) для восстановления работоспособности агрегатов и отсутствием на большинстве сельхозпредприятий мобильных звеньев для выполнения этих функций. В результате продолжительность простоя КМТА в ожидании доставки требуемой СЧМ в среднем находится в пределах от одного до трех и более часов. Величину коэффициента готовности КМТА предлагаем рассчитывать не только на основе показателей их безотказности и ремонтопригодности, но и в зависимости от показателей технико-организационного процесса по материальному обеспечению агрегатов СЧМ для устранения последствий отказов. Численное исследование на основе экспериментальных материалов взаимосвязи величины коэффициента готовности КМТА с показателями безотказности, ремонтопригодности и технико-организационного процесса устранения последствий отказов машин в полевых условиях позволяет методически корректно устанавливать фактический уровень эксплуатационной надежности агрегатов в напряженные циклы полевых работ.

Ключевые слова: комбинированные агрегаты, технологические модули, коэффициент готовности, безотказность, ремонтопригодность, закономерности, методика.

Основными средствами реализации ресурсосберегающих технологий в растениеводстве становятся комбинированные машинно-тракторные агрегаты – механизированные комплексы. Совокупность в них разных по назначению технологических модулей позволяет одновременно выполнять до 5–7 операций за один проход агрегатов. При рабочей ширине захвата 12–20 метров конструктивная сложность комбинированных агрегатов возросла в несколько раз, количество рабочих органов, механизмов составляет 100–150 и более штук. Использование агрегатов с рабочей скоростью 9–14 км/ч предопределило высокую стохастичность динамических нагрузок, обусловленных в том числе взаимовлиянием на их величину последовательно расположенных технологических модулей. Перечисленные конструктивные особенности и режимы использования стали основной причиной массовых отказов рабочих органов и механизмов технологической части КМТА, снижения на 10–20 % их технической готовности. Многочисленные, нередко длительные простои КМТА по техническим причинам, пропорционально их потенциальной производительности увеличивают объем невыполненной работы, натуральные потери продукции растениеводства, ее себестоимость. Острота научно-прикладной

проблемы обеспечения высокой надежности КМТА определяется не только перечисленными выше причинами, но и отсутствием методической коррекции при расчете коэффициента готовности таких агрегатов, полноты раскрытия взаимосвязи с параметрами процессов обеспечения работоспособности современного машинного парка, его комплектованием и эффективностью использования на сельхозпредприятиях. Технико-технологическая новизна ресурсосберегающих процессов в растениеводстве при кардинальных организационно-экономических и структурно-количественных изменениях инженерных служб в сельском хозяйстве требуют раскрытия сущности возникших противоречий его модернизации.

Цель исследования: повышение эффективности использования современных механизированных комплексов в растениеводстве на основе обеспечения их работоспособности в циклы полевых работ.

Задачи исследования: структурное совершенствование методики расчета коэффициента готовности и обоснование основных направлений повышения эксплуатационной надежности комбинированных агрегатов.

Из постоянного многолетнего общения со специалистами сельского хозяйства (руководителями предприятий, фермерских хозяйств, инженерами, экономистами и агрономами), квалификация которых в настоящее время часто значимо ниже уровня своих коллег, работавших в 70–90-е годы предыдущего века, нами сделаны следующие выводы по исследуемой теме [1, 2].

Коэффициент технической готовности агрегатов, машинного парка большинством специалистов понимается как чисто технический термин, один из показателей надежности машин. Его величина формируется системой и практикой реализации ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) машинам в сельском хозяйстве, но не является одним из определяющих факторов агротехнологической и экономической эффективности производства продукции растениеводства. Полагают, особенно экономисты, что полезность использования МТА в течение рабочей смены с достаточной полнотой учитывается коэффициентом использования рабочего времени смены τ, который по величине принимается ими (по нормативным материалам) по марочному обозначению состава агрегатов. Очевидно, делается это без учета срока службы, уровня использования ресурса, фактического технического состояния машин. Инженерные службы «секвестированные» до количества инженеров 0–1 на хозяйство не являются активными участниками при проектировании и реализации экономических потоков в сфере механизации и электрификации производства [3, 4].

Комплексный показатель надежности – «коэффициент готовности есть вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается» определяется выражениями [5]:

$$K_{\text{г}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i + \sum_{i=1}^{n} t_{\text{в}.i}}; \qquad (1)$$

$$K_{\text{г}} = \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{р.ц}} + t_{\text{в.ц}}}, \qquad (2)$$

где $t_i = t_1 \ldots t_n$ – интервалы времени работоспособного состояния объекта (МТА), ч;

$t_{\text{в}} = t_{\text{в}1} \ldots t_{\text{в}n}$ – интервалы времени восстановления работоспособности объекта (времени непосредственного устранения последствий отказов), ч;

$t_{\text{р.ц}}$ – рабочее время агрегата за полевой цикл (время безотказной работы), ч;

$t_{\text{в.ц}}$ – продолжительность работ по устранению последствий отказов за полевой цикл, ч.

Учитывая, что при поэлементном методе нормирования рабочей смены агрегатов, не учитываются вероятные простои их из-за поломок машин (аналогично по организационным причинам), кроме коэффициента использования рабочего (полезного) времени смены τ, для расчета фактических значений продолжительности полевых работ и требуемого количества МТА для их выполнения в установленные агросроки нужно использовать уравнения:

$$t_{\text{а}}^{\text{ф}} = \frac{t_{\text{а}}^{\text{н}}}{K_{\text{г}}^{\text{ф}}}; \qquad (3)$$

$$N_{\text{МТА}}^{\text{ф}} = \frac{N_{\text{мта}}^{\text{н}}}{K_{\text{г}}^{\text{ф}}}, \qquad (4)$$

где $t_{\text{а}}^{\text{ф}}, t_{\text{а}}^{\text{н}}$ – фактическая и нормативная соответственно продолжительность выполнения технологических операций, ч;

$N_{\text{мта}}^{\text{ф}}, N_{\text{мта}}^{\text{н}}$ – требуемое количество агрегатов, фактическое и нормативное, для выполнения операций в установленные агросроки, шт.;

$K_{\text{г}}^{\text{ф}}$ – фактическая величина готовности агрегатов за время полевого цикла.

Например: коэффициент готовности в предстоящий цикл полевых работ равен (прогнозно) $K_{\text{г}}^{\text{ф}} = 0{,}85$, нормативный агросрок посева зерновых культур $t_{\text{а}}^{\text{н}} = 200$ ч, для этого требуется с учетом зональных норм выработки посевных (каких-либо по составу) $N_{\text{МТА}}^{\text{н}} = 5$ шт. Тогда фактически посев будет выполнен за $t_{\text{а}}^{\text{ф}} = \dfrac{200}{0{,}85} = 235$ ч, или превысит нормативный агросрок на 18 %. Или же, чтобы выполнить посев за нормативный агросрок ($t_{\text{а}}^{\text{н}} = 200$ ч), нужно иметь МТА $N_{\text{МТА}}^{\text{ф}} = \dfrac{5}{0{,}85} = 6$ шт., или почти на 20 % больше.

Из рассмотренного следует, что коэффициент готовности является одним из важнейших показателей, определяющих агротехническую надежность выполнения производственных процессов в растениеводстве, а следовательно, урожайность сельскохозяйственных культур. Аналогичная взаимосвязь коэффициента готовности МТА с экономикой производства, которая, в частности, определяется урожаем и технической оснащенностью полевых работ (рис. 1).

Для КМТА, который состоит из трактора и нескольких технологических модулей (n_j = = 3–7 шт.) расчет коэффициента готовности агрегата целесообразно осуществлять дифференцированно:

$$K_{\text{Г.МТА}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i + \sum_{i=1}^{k} t_{\text{в.тр}.i} + \sum_{j=1}^{nj} t_{\text{в}.ij}}, \qquad (5)$$

или

$$K_{\text{Г.КМТА}} = \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{р.ц}} + t_{\text{в.тр.ц}} + t_{\text{в.схм.ц}}}, \qquad (6)$$

где $\sum_{i=1}^{K} t_{\text{в.тр}.i}$ – суммарная продолжительность устранения последствий i отказов за полевой цикл у трактора, ч;

$\sum_{j=1}^{nj} t_{\text{в}.ij}$ – суммарная продолжительность устранения последствий i отказов у j технологического модуля за полевой цикл, ч. В развернутом виде формулу (6) можно представить в виде:

$$K_{\text{Г.КМТА}} = \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{р.ц}} + \dfrac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{о.тр}}} \cdot \dfrac{T_{\text{в.ср.тр}}}{m} + \dfrac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{о.ср.схм}}} \cdot \dfrac{T_{\text{в.ср.схм}}}{m}}, \qquad (7)$$

где $t_{\text{о.тр}}$, $t_{\text{о.ср.схм}}$ – наработка на отказ трактора и средняя по сельхозмашинам, ч;

$T_{\text{в.ср.тр}}$, $T_{\text{в.ср.схм}}$ – средняя трудоемкость устранения последствий отказов (восстановления работоспособности) трактора и сельхозмашин, чел.-ч;

m – количество обслуживающего персонала, чел.

Учитывая оснащенность тракторов мотосчетчиками, виды и условия выполнения работ, комплектования КМТА, режимы их использования в загоне, а также физический смысл определения моточаса (1 моточас = $n_{\text{об}}^{\text{н}} \cdot 60$ мин; $n_{\text{об}}^{\text{н}}$ – номинальные обороты к.в.д. при $N_e^{\text{н}}$) наработку агрегатов в часах астрономических) практичнее рассчитывать по формуле:

$$t_{\text{р.ц}} = \frac{S}{W_{\text{ч}}} = \frac{z_{\text{м.ч.ц}}}{K_{\text{з.д.ср}}}, \qquad (8)$$

S – площадь, га; $K_{\text{а}}^{\text{ф}}$ – качество операций фактическое; $i_{\text{а}}^{\text{ф}}$ – количество операций фактическое, шт.; $U^{\text{ф}}$ – урожайность фактическая, т/га; $C^{\text{ф}}$ – себестоимость урожая фактическая, руб./т; $\Pi_{\text{и}}^{\text{ф}}$ – потери от недобора урожая, руб./га

Рис. 1. Взаимосвязь показателей процессов в растениеводстве

где $W_ч$ – часовая фактическая производительность КМТА, га/ч;

$z_{м.ч.ц}$ – наработка агрегата (трактора), моточасов/цикл;

$K_{з.д.ср}$ – загрузка двигателя по мощности средняя ($K_{з.д.ср}$ ≈ 0,7…0,8 посев; $K_{з.д.ср}$ – 0,82…0,92 почвообработка).

Среднее время восстановления работоспособности составной части КМТА – это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния после отказа. Количество восстановлений равно количеству отказов, а продолжительность восстановления – это время, непосредственно затраченное на обнаружение, поиск причины отказа и его места, устранения последствия отказа, регулировки узла, агрегата.

Таким образом, аналитические выражения коэффициента готовности описывают комплексную взаимосвязь его величины с показателями безотказности и ремонтопригодности машин в КМТА. Но если по этим выражениям для конкретных условий эксплуатации агрегатов проводить расчет предполагаемых в предстоящий цикл величин их коэффициента готовности, то его значение будет отличаться значимо от реальной величины в большую сторону. Обусловлено это следующим. Время восстановления работоспособности объекта после отказа какой-либо его составной части отсчитывают или непрерывно, или из него по определенным признакам исключают интервалы времени, не обусловленные непосредственно выполнением ремонтных работ. В связи с этим различают общее время восстановления работоспособности объекта и оперативное время устранения непосредственно последствий отказа. Но ремонтопригодность представляет собой совокупность ремонтной технологичности объектов. Ее главные показатели – затраты времени и труда определяются в конкретных условиях выполнения операций ремонта в части организации, технологии, материально-технического обеспечения, квалификации персонала и т.д. [5]. Вот эти факторы при сегодняшнем состоянии инженерных служб и их инфраструктуры (60–80 %-я деградация относительно уровня 90-х годов XX века), острый дефицит финансовых ресурсов, в частности на создание обменного фонда рабочих органов, узлов, агрегатов машин и отсутствия функционирования мобильных звеньев по восстановлению работоспособности МТА в полевых условиях (при их рассредоточенности в радиусе до 30–50 км от технических инженерных центров) предопределили длительные простои агрегатов в ожидании доставки к ним требуемых составных частей машин (СЧМ) [6–9].

С учетом перечисленного выше процесс функционирования КМТА можно представить как последовательность чередующихся интервалов его полезной работы, простоя при восстановлении работоспособности и ожидания доставки обменного фонда (рис. 2).

Следовательно, величину реальную общего коэффициента готовности, которая будет адекватно отражать составляющие затрат времени КМТА на процессы полезного их пользования, восстановления работоспособности и ожидания доставки обменного фонда СЧМ, нужно рассчитывать по следующему уравнению:

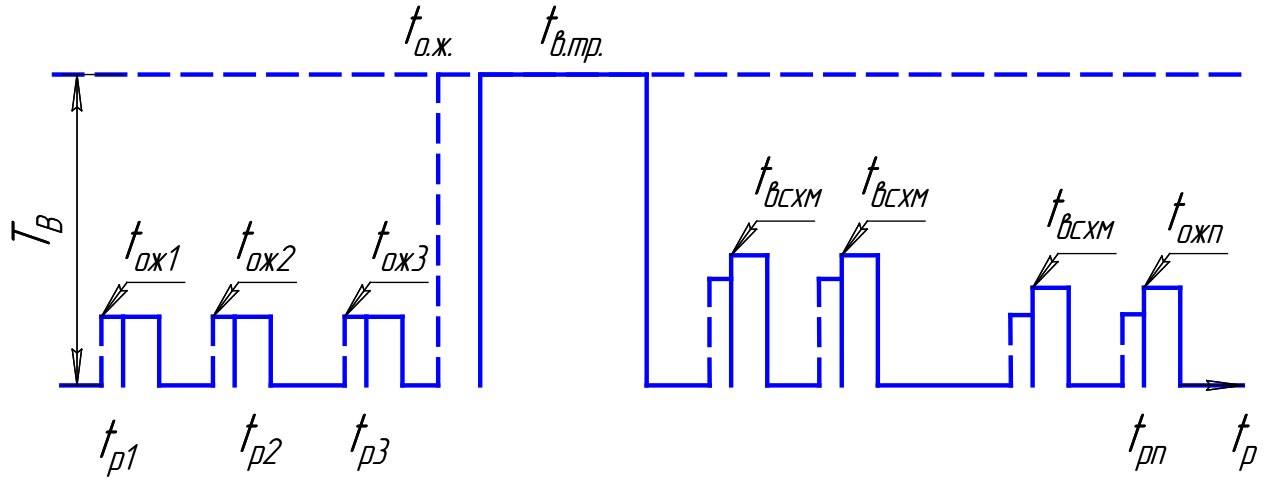


Рис. 2. График полезной работы и простоев КМТА по техническим причинам

$$K_{\text{г.КМТА}} = \frac{t_{\text{р.ц}}}{\left(t_{\text{р.ц}} + \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{о.тр}}} \cdot \frac{T_{\text{в.ср.тр}}}{m} + \right.} \quad (9)$$
$$\left. + \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{о.ср.схм}}} \cdot \frac{T_{\text{в.ср.схм}}}{m} + \frac{t_{\text{р.ц}}}{t_{\text{о.ср.схм}}} \cdot t_{\text{ож.ср}} \right)$$

где $t_{\text{ож.ср}}$ – средняя продолжительность доставки, необходимой СЧМ для устранения последствий отказов, ч.

Таким образом, коэффициент готовности мобильных агрегатов при выполнении производственных процессов в растениеводстве является комплексным показателем не только технического состояния комбинированных агрегатов, но и дополнительно учитывает своевременность начала процессов восстановления их работоспособности – зависит от методов их реализации и организации материально-технического обеспечения посевных КМТА.

Варианты состава посевных комбинированных агрегатов, которые были приняты для экспериментальных исследований показателей их использования и надежности представлены в таблице 1.

Посевные комплексы на базе отечественной техники использовались в период 2005–2008 гг. в Петропавловском зерновом комплексе ОАО «Прицефабрика Челябинская» [13]. На этом крупнейшем сельхозпредприятии Челябинской области (более 40 тыс. га пашни) началось внедрение ресурсосберегающих технологий производства зерновых культур. За основу была принята, с адаптацией к местным зональным условиям, технология No-Tille. Модернизация производственных процессов возделывания зерновых культур одновременно проводилась в трех производственных подразделениях (Томинском, Копаловском, Кидышевском). В трех других подразделениях возделывание зерновых культур осуществлялось по традиционным технологиям на базе средств механизации выпуска 1985–90 гг. Были приняты и реализованы три варианта технического оснащения посевных процессов: первый – при использовании тракторов К-701 за пределами сроков амортизации (срок использования 12–18 лет) с имеющимся составом технологических машин со сроком использования от 3 до 10 лет; во-втором – использовались посевные агрегаты с тракторами К-744Р1 и сельхозмашинами в пределах 3–4 лет эксплуатации. Для восстановления работоспособности агрегатов после отказов их машин использовались мобильные средства с обменным фондов СЧМ; при третьем варианте посевные комплексы были сформированы на базе новой импортной техники, в том числе использовались результаты экспериментальных исследований по посевным комплексам в хозяйствах агрохолдинга ООО «Агро-Ситно» (2010–2012 гг., агрегаты с тракторами Case).

Приняв показатели использования, безотказности и ремонтопригодности, технико-организационного процесса обеспечения ремонтных служб обменным фондом для восстановления работоспособности посевных КМТА на основе экспериментальных материалов, провели исследование численной взаимосвязи частных показателей с величиной коэффициента готовности агрегатов (табл. 2) [10–13]. Продолжительность агротехническую посевного цикла зерновых культур приняли для условий южной зоны Челябинской области равной: 400 часов при рабо-

Таблица 1 – Варианты состава механизированных посевных комплексов

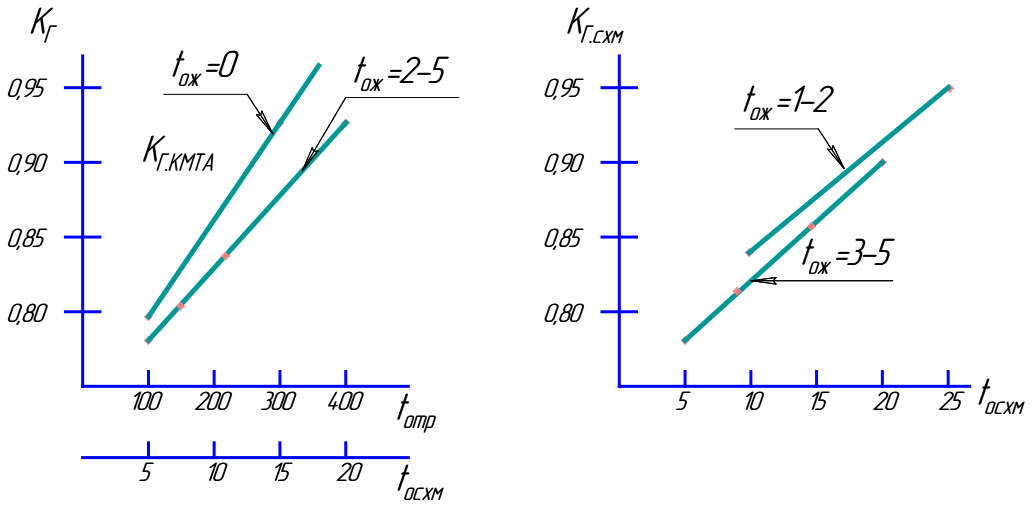
№ вар	Марка КМТА	Технологические показатели агрегатов				
		Ширина захвата, $B_{\text{р}}$, м	Рабочая скорость $V_{\text{р}}$, км/ч	Производительность $W_{\text{чр}}$, га/ч	Масса МТА, м, т	Год выпуска трактора
1	К-701+СЭР+5СЗТС-2,1	10,5	8–10	5,3	18–22	1991
	К-701+СС-6-12	12,0	8–10	5,0		1994
	К-701+ПК-12,2	12,2	10–14	6,0		1995
2	К744Р1+ПК-12,2	12,2	10–14	6,5	22–24	2004
	К-744Р1+СС-6-12	12,0	8–10	5,0		2004
	К-744Р1+СЗР+5СЗТС-2,1	10,5	8–10	5,3		2004
3	Buhler V.2425+NTA3510	10,7	13–15	8,4	30	2005
	Buhler V.2425+SELFORD 1200	11,5	10–14	8,2	29	2005
	Case 530+Morris Concept 2000	14–18	12–15	9,5	34–35	2008
	Case 315+Maxim	12–18	12–15	7,8	24–26	2010

те агрегатов в две смены, ее продолжительность равнялась десяти часам; коэффициент загрузки двигателя по мощности $K_{з.д}$ = 0,8; наработка в моточасах трактора $t_{р.ц}$ = 320 моточасов.

Расчет коэффициента готовности провели дифференцированно: по сельхозмашинам и в целом по агрегатам. Анализ данных расчетов (табл. 2, рис. 3) показал следующее. При

Таблица 2 – Результаты вычислений коэффициента готовности посевных КМТА

№ п/п	Показатели	Наработка на отказ		Трудоемкость восстановления работоспособности		Время ожидания	Коэффициент готовности КМТА / СХМ
	Варианты	Тракторов, мотто-час	СХМ, мотто-час	Тракторов, чел.-ч	СХМ, чел.-ч	Среднее, ч	
1	При полной обеспеченности КМТА обменным фондом СЧМ	100	5	7	2,0	–	0,81 / 0,93
		150	10	6	1,5	–	0,90 / 0,93
		300	15	5	1,0	–	0,95 / 0,97
		350	20	4	0,5	–	0,99 / 0,99
2	При 50 % обеспеченности ПРМ обменным фондом СЧМ	100	5	7	2,0	5	0,45 / 0,45
		150	10	6	1,5	4	0,66 / 0,68
		250	15	5	1,0	3	0,81 / 0,81
		350	20	4	0,5	2	0,90 / 0,90
3	При 70 % обеспеченности ПРМ обменным фондом СЧМ	150	10	5	1,0	3	0,73 / 0,73
		300	15	4	0,8	2	0,85 / 0,85
		400	20	3	0,5	1,5	0,93 / 0,93
		500	25	2	0,3	1,0	0,95 / 0,95



а б

Рис. 3. Изменение коэффициентов готовности КМТА и СХМ в зависимости от безотказности машин

полной обеспеченности процесса восстановления работоспособности агрегатов обменным фондом СЧМ (вариант 1, $t_{о.ж} = 0$), несмотря на низкую безотказность сельхозмашин (но при малой величине трудоемкости устранения последствий их отказов), коэффициент готовности КМТА достаточно высок (рис. 3 а). При дефиците обменного фонда СЧМ (вариант 2) при таких же показателях безотказности и ремонтопригодности машин коэффициент готовности КМТА значительно меньше. Т.е. его величина от $K_Г = 0{,}45$ до $K_Г = 0{,}90$ определяется уже в основном продолжительностью ожидания доставки запасных частей к агрегатам.

При применении более надежной техники, функционировании мобильных звеньев по устранению последствий отказов машин, обеспеченности звеньев обменным фондом СЧМ до 70% (вариант 3) коэффициент готовности КМТА стал значительно выше.

Анализ материалов комплексных исследований эффективности использования посевных комбинированных агрегатов, показателей их безотказности и ремонтопригодности, а также процесса технико-организационного обеспечения мобильных звеньев обменным фондом СЧМ для устранения последствий отказов машин в полевых условиях показал следующее.

При всех вариантах комплектования и использования КМТА их готовность во время весеннего цикла полевых работ в основном зависит от безотказности технологических машин. Именно их малая наработка на отказ предопределяет массовые простои агрегатов. Но невысокая трудоемкость устранения последствий отказов сельхозмашин практически, при полной обеспеченности СЧ машин, в том числе полнокомплектных резервных машин (вариант первый), достаточного количества специалистов и средств обслуживания инженерной инфраструктуры позволили обеспечить сокращение продолжительности простоев агрегатов при восстановлении их работоспособности.

При оснащении производственных процессов в растениеводстве обновленными средствами механизации в период 2005–2012 гг. без существенного повышения уровня заводской надежности машин, но возросшей конструктивной сложности в 3–5 раз КМТА и одновременном финансовом дефиците, деградации инженерных служб и их материальной базы (вариант второй), оттоке из сельского хозяйства высококвалифицированных механизаторов произошло снижение готовности агрегатов и, как следствие, увеличились количество отказов и продолжительность простоев агрегатов за время восстановления их работоспособности. Именно эти основные причины, несмотря на потенциально высокие показатели безотказности и ремонтопригодности импортных комбинированных агрегатов (вариант третий), предопределили их многочисленные и продолжительные простои, снижение сменной производительности на 20–30% относительно потенциально возможной в условиях степной зоны возделывания зерновых культур. Возросли в результате финансовые затраты и потери урожая сельхозкультур от несвоевременности выполнения посевных работ. Дополнительно приводим свежий негативный пример подтверждения противоречивой взаимосвязи технико-технологической модернизации производственных процессов в растениеводстве в настоящее время и количественно-качественных параметров их фактической реализации при деградации систем использования, обеспечения работоспособности новейших средств механизации на многих сельхозпредприятиях. Реально посевной комплекс Case-530+Morris Concept-2000 (самый мощный и высокопроизводитель-ный) в условиях степной зоны, где размеры полей составляют 300–450 га с длиной гона от 1,5–3,0 км при двухсменной работе может засеять за сутки 250–300 га. Т.е. при продолжительности посевного цикла 20 суток объем выполненной работы этим агрегатом практически может быть равен 5–6 тыс. га засеянных качественно и своевременно. Но из-за неисправностей в системе электронного управления рабочими процессами двигателя, несмотря на его капитальный ремонт в зимний период, этим агрегатом в хозяйстве Полоцкий Кизильского района в весенний цикл 2014 года засеяно всего 130 га. А стоит этот КМТА (по ценам на тот период времени) около 15 млн руб. Следовательно, несвоевременно была засеяна эта площадь другими агрегатами (часть была вообще не засеяна), а только за счет отчислений на реновацию машин потери денежных средств от простоя агрегата составили примерно 700 тыс. руб.

Изложенный выше материал, очевидно, определяет следующие направления повышения готовности комбинированных машинно-тракторных агрегатов при использовании в растениеводстве в напряженные циклы полевых работ:

1. Восстановление качественного уровня специалистов инженерной службы и ее материальной инфраструктуры на сельскохозяй-

ственных предприятиях, создание зональных диллерских служб по диагностированию и превентивному обслуживанию, обеспечению обменным фондом составных частей машин.

2. Создание на районном уровне мобильных инженерных групп для диагностирования, технического обслуживания и технологической настройки комбинированных посевных и почвообрабатывающих агрегатов перед циклами полевых работ.

3. Обеспечение функционирования внутрихозяйственных специализированных мобильных звеньев в напряженные циклы полевых работ для устранения последствий отказов I и II групп сложности у КМТА в полевых условиях. Комплектование перед предстоящими циклами полевых работ в хозяйствах резерва СЧМ до 60–70% от фактической потребности с суточным пополнением ими передвижных ремонтных мастерских специализированных звеньев.

4. Подготовка высококвалифицированных операторов механизированных комплексов с уровнем технической грамотности в объеме среднего профессионального образования.

5. Эти направления являются основными для обеспечения высокой эффективности использования современных, высокопроизводительных, имеющих потенциально высокий уровень безотказности и ремонтопригодности комбинированных агрегатов (3 вариант) и предопределяют перевод процессов обеспечения их работоспособности в систему фирменного обслуживания ее производителями и выполнение ими ремонтно-обслуживающих воздействий машинам в объеме до 60–80% от среднегодовой потребности.

Основные выводы

1. Достигнутый современный уровень потребительских свойств лучших импортных и отечественных комбинированных машинно-тракторных агрегатов является основой реализации инновационных ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих потенциально возможное повышение их урожайности в 1,5–2 раза и повышение производительности труда в растениеводстве в 5–7 раз.

2. Достигнутый уровень конструктивного совершенствования, в том числе по показателям безотказности и ремонтопригодности современных комбинированных агрегатов, потенциально позволяет иметь при эксплуатации в растениеводстве коэффициент их готовности в диапазоне 0,95…0,98 и является основным фактором обеспечения высокой технико-экономической эффективности их использования в агрохолдингах, крупных сельхозпредприятиях.

3. Основной причиной низкой фактической готовности современных комбинированных агрегатов в рядовых условиях эксплуатации являются отказы рабочих органов и других составных частей машин технологических модулей, продолжительность восстановления работоспособности которых определяется временем ожидания доставки к агрегатам обменного фонда СЧМ для устранения последствий отказов, что обуславливает снижение величины коэффициента готовности агрегатов. Очевидно, это является противоположно направленным развитием процессов создания и приобретения современных средств механизации для растениеводства и деградацией процессов обеспечения их качественного использования, работоспособности на сельскохозяйственных предприятиях.

4. Только кардинальное качественное изменение кадрового состава инженерных служб и механизаторов в сельском хозяйстве, проведение процессов обеспечения работоспособности машинного парка на основе методов фирменного обслуживания позволит реализовать его потенциально высокие потребительские свойства и обеспечить высокую эффективность сельскохозяйственного производства.

Список литературы

1. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2015. С. 306

2. Плаксин А. М. Взаимосвязь ресурсного потенциала земледелия с человеческим капиталом села // Вестник ЧГАА. 2012. Т. 62. С. 67–74.

3. Ушачев И. Г. Социально-экономическое развитие АПК России: проблемы и перспективы. М. : ФГБНУ ВНИИЭСХ, 2015. С. 350.

4. Козлов А., Панков Б., Яковлева О. Кадровое обеспечение сельхозорганизаций России в условиях перехода к инновационной экономике // АПК – экономика, управление. 2015. № 10. С. 37–43.

5. ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» (Восстановлен приказом Росстандарта от 29.10.2012 г., № 1843).

6. Соломкин А. П. Формирование и обеспечение готовности тракторов (на примере

тракторов «Кировец») : дис. … д-ра техн. наук. Новосибирск, 1984. С. 475.

7. Гуляренко А. А. Обоснование требований к безотказности и ремонтопригодности тракторов при использовании в растениеводстве Северного Казахстана (на примере тракторов 5–8 тягового класса) : дис. … канд. техн. наук. Челябинск, 2012. С. 176.

8. Качурин В. В. Обоснование количества мобильных звеньев для восстановления работоспособности посевных комбинированных агрегатов : дис. … канд. техн. наук. Челябинск, 2014. С. 150.

9. Плаксин А. М., Таранов Д. А. Ресурсоемкость технологических процессов посева зерновых культур // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 64. С. 57–61.

10. Плаксин А. М. Обеспечение работоспособности машинно-тракторных агрегатов на предстоящие циклы использования в растениеводстве : дис. … д-ра техн. наук. Челябинск, 1996. С. 468.

11. Плаксин А. М., Качурин В. В. Обоснование количества мобильных звеньев для восстановления работоспособности посевных комплексов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 11 (109). С. 100–106.

12. Шахов В. А., Аристанов М. Г., Ларионов Е. П. Надежность зарубежной почвообрабатывающей техники в условиях Оренбергской области // Машинно-технологическая станция. 2010. № 6. С. 14–17.

13. Отчеты о НИР «Обоснование состава и планирование использования МТП при возделывании зерновых культур в ПЗК ОАО Птицефабрика Челябинская». Челябинск : ЧГАУ, 2005–2007. С. 325.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: plaksin-am@mail.ru.

Качурин Виталий Владимирович, канд. техн. наук, ассистент кафедры «Технологии и организации технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

Власов Дмитрий Борисович, аспирант кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

Недоводин Михаил Алексеевич, аспирант кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: mikhail@nedovodin.info.

* * *

УДК 636.22/.28:612.015.11/.14

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ИХ СВЯЗЬ С ЖИВОЙ МАССОЙ ТЕЛОК ПРИ ПЕРВОМ ОСЕМЕНЕНИИ

Д. С. Вильвер

Изучено влияние живой массы при первом плодотворном осеменении на воспроизводительные качества первотелок, а в дальнейшем коров по III лактации. Материалом исследований явились животные черно-пестрой породы. Установлено, что по всем исследуемым показателям коровы I группы характеризовались лучшей воспроизводительной способностью. Коровы II группы в незначительной степени им уступали, а животные III группы имели худшие воспроизводительные качества. Первотелки, а также коровы, несмотря на удлиненный сервис-период, не показали более высокой молочной продуктивности. Наименее продолжительным сервис-периодом в племенном заводе характеризовались коровы первого отела с живой массой при первом осеменении 375–384 кг, что в сравнении с другими группами было меньше на 2–7 дней, или 1,7–6,1 %. У коров III группы по сравнению с другими группами сервис-период был завышен в среднем на 6,1 %. Наиболее низкая продолжительность сервис-периода в племенном репродукторе отмечена в I группе – 82 дня, что ниже на 4 дня (4,9 %) и 9 дней (11,0 %). Наиболее продолжительный сервис-период выявлен у коров III группы составил 95 дня. В ООО «Деметра» наиболее низким сервис-периодом отличались коровы с живой массой при первом осеменении 375–384 кг (I группа), что ниже по сравнению с животными II группы на 2–12 дней (2,7–14,3 %) и III группы – на 9–18 дней (20,0 %). Высокие коэффициенты изменчивости признаков, а также доля влияния (30,1–45,6 %) позволяют проводить отбор по воспроизводительным качествам как внутри каждой группы животных, так и в целом по стаду в любых категориях хозяйств.

Ключевые слова: сервис-период, сухостойный период, межотельный период, первотелки, полновозрастные коровы, выход телят.

Воспроизводство стада – это сложный процесс, включающий целый комплекс организационно-хозяйственных, зооветеринарных и технологических мероприятий. Продуктивность и воспроизводительная способность определяют хозяйственно-полезные качества животных, по которым должна проводиться селекция [1–12].

Известно, что эффективность молочного скотоводства во многом обусловлена рациональным использованием маточного поголовья и своевременным ремонтом основного стада. Важнейшая роль в дальнейшей интенсификации скотоводства принадлежит повышению воспроизводительной функции животных до уровня, определенного их генетическим потенциалом [13–19].

Эффективность воспроизводства стада во многом обусловлена оптимизацией паратипических факторов, в том числе и живой массы при первом плодотворном осеменении. Это в значительной мере позволит существенно улучшить эффективность производства молока и использования телок в процессе воспроизводства.

Цель исследований

В связи с этим целью наших исследований явилась оценка воспроизводительной способности первотелок и коров в зависимости

от живой массы телок при первом плодотворном осеменении.

Материалы и методы

Экспериментальная часть исследований проводилась в трех хозяйствах: ОАО Племзавод «Россия» (статус племенного завода), ФГУП «Троицкое» (статус племенного репродуктора) и молочно-товарная ферма ООО «Деметра» Челябинской области. Объектом исследования явились первотелки, а в дальнейшем коровы черно-пестрой породы, которые содержались при оптимальных условиях кормления и содержания в соответствии с зоотехническими и зоогигиеническими требованиями.

Для проведения исследований животных в опытные группы подбирали с учетом живой массы телок при первом осеменении. В первую группу вошли коровы с живой массой при первом осеменении 375–384 кг, во вторую – с живой массой при первом осеменении 385–394 кг и в третью – с живой массой при первом осеменении 395–405 кг.

Показатели воспроизводительной способности первотелок и коров – сервис-период, период плодоношения, сухостойный и межотельный периоды изучали путем анализа данных журналов учета осеменения и отела нетелей и коров, племенных карточек животных. Коэффициент воспроизводительной способности и выход телят высчитывали расчетным способом [20].

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессор «Microsoft Excel-2010» и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследований

Результаты проведенных исследований на базе племенных и товарного хозяйств позволили выявить влияние живой массы при первом плодотворном осеменении на воспроизводительные качества первотелок (табл. 1).

В ОАО «Племзавод Россия» анализ полученных результатов показал, что наименее продолжительным сервис-периодом характеризовались коровы первого отела с живой массой при первом осеменении 375–384 кг, что в сравнении с другими группами было меньше на 2–7 дней, или 1,7–6,1 %. Наиболее низким

Таблица 1 – Воспроизводительные качества первотелок в зависимости от живой массы при первом осеменении, $\overline{X} \pm S\overline{X}$

Показатель	Группа		
	I	II	III
ОАО «Племзавод Россия»			
Сервис-период, дней	114±9,2	121±3,8	119±3,9
Период плодоношения, дней	273±3,5**	290±3,4	289±4,0
Продолжительность сухостойного периода, дней	64±0,7	60±0,8**	61±0,8**
Продолжительность межотельного периода, дней	387±9,7*	411±5,0	408±5,2
Коэффициент воспроизводительной способности	0,96±0,02	0,92±0,01	0,93±0,01
Выход телят, голов	93,3±1,3	93,5±1,1	88,1±1,1**
ФГУП «Троицкое»			
Сервис-период, дней	82±14,4	86±14,6	91±15,4
Период плодоношения, дней	295±12,5	291±13,9	296±12,3
Продолжительность сухостойного периода, дней	56±6,2	62±4,7	60±3,2
Продолжительность межотельного периода, дней	372±11,7	370±11,3	378±19,2
Коэффициент воспроизводительной способности	1,02±0,06	1,01±0,06	1,03±0,05
Выход телят, голов	93,8±2,1	92,1±1,2	90,1±2,8
ООО «Деметра»			
Сервис-период, дней	75±10,3	77±8,9	86±12,5
Период плодоношения, дней	286±8,6	295±9,7	300±10,9
Продолжительность сухостойного периода, дней	54±11,6	57±8,4	62±7,7
Продолжительность межотельного периода, дней	366±28,5	372±22,1	390±19,5
Коэффициент воспроизводительной способности	1,00±0,16	0,98±0,19	0,93±0,25
Выход телят, голов	93,1±3,6	91,7±2,8	89,0±1,7

Примечание: *$p \leq 0{,}05$, **$p \leq 0{,}01$, ***$p \leq 0{,}001$.

периодом плодоношения и межотельным периодом отличались первотелки I группы, что было ниже коров II группы на 6,2 % и III группы – на 5,7 %. Однако более низкий сухостойный период отмечен был у первотелок с живой массой при первом осеменении 385–394 кг.

Более высокий коэффициент воспроизводительной способности имели коровы первой группы, что в среднем на 3,8 % больше в сравнении с другими опытными группами. Однако выход телят у коров первого отела с живой массой при первом осеменении 395–405 кг был снижен на 6,0 % по сравнению с животными, у которых живая масса варьировала в пределах 385–405 кг.

В племенном репродукторе у первотелок всех групп продолжительность сервис-периода находится в пределах нормы. Наиболее низкая продолжительность сервис-периода отмечена в I группе (живая масса при первом осеменении 375–384 кг) – 82 дня, что ниже по сравнению со II группой (живая масса при первом осеменении 385–394 кг) – на 4 дня (4,9 %) и III группой (живая масса при первом осеменении 395–405 кг) – на 9 дней (11,0 %). Отмечается тенденция увеличения периода плодоношения у животных III группы – 296 дней. У коров первого отела с живой массой при первом осеменении 385–394 кг (II группа) период плодоношения снижен на 1,7 % и составлял 296 дней.

Однако более длительный сервис-период у первотелок III группы сопровождался низким удоем за 305 дней лактации (4587 кг).

Продолжительность сухостойного периода у коров первого отела находилась в пределах нормы, что позволяло получать наивысшую продуктивность в последующих лактациях. Наиболее продолжительный сухостойный период имели первотелки II группы (живая масса при первом осеменении 385–394 кг) – 62 дня, что было выше по сравнению с животными I группой на 6 дней, или 10,7 %, и III группой – на 2 дня, или 3,3 %. Продолжительность межотельного периода в III группе находилась на более высоком уровне по сравнению с другими группами – 378 дней.

Наиболее высокий коэффициент воспроизводительной способности был отмечен у коров первого отела III группы и составлял 1,03, что выше по сравнению с I группой на 1,0 % и II группой – на 2,0 %. Наибольший выход телят отмечен в I группе с живой массой телок при первом осеменении 375–384 кг – 93,8 гол. Во II группе значение этого показателя было ниже на 1,8 % и в III группе – на 4,1 %.

В ООО «Деметра» наиболее низким сервис-периодом отличались коровы первого отела с живой массой при первом осеменении 375–384 кг (I группа), что ниже по сравнению с первотелками II группы на 2 дн. (2,7 %) и III группы – на 9 дн. (14,7 %). Наименьший период плодоношения установлен у первотелок I группы, который составлял 286 дн., что меньше на 3,1 % в сравнении с коровами II группы и на 4,7 % – с животными III группы.

Сухостойный и межотельный периоды у первотелок III группы составляли 62 дня и 390 дней, что было выше по сравнению с коровами I группы на 14,8 % и 6,6 %, а с животными II группы – на 8,9 % и 4,8 % соответственно. Коэффициент воспроизводительной способности, который зависит от продолжительности межотельного периода, наиболее низким был выявлен у коров первого отела III группы – 0,93. У животных I группы выход телят на 100 коров составлял 93,1 гол., этот показатель по отношению к животным II группы был ниже на 1,5 %, а к первотелкам III группы – на 4,6 %.

Данные о воспроизводительных способностях этих же коров, но в полновозрастном состоянии выявили тенденцию лучших качеств у животных с живой массой при первом осеменении 375–384 кг (табл. 2).

Нами было установлено, что у коров III группы по сравнению с другими группами сервис-период был завышен в среднем на 6,1 %. Более высоким периодом плодоношения характеризовались коровы II группы (живая масса при первом осеменении 385–394 кг) – по группам разница варьировала следующим образом: в сравнении с I группой – ниже на 36 дня, или 14,2 %, а с III группой – на 2,8 %.

Сохранилась тенденция наименьшей продолжительности межотельного периода у коров I группы – 386 дней, что ниже на 6,7 % и 5,7 % в сравнении с коровами с живой массой при первом осемени 385–394 кг (II группа) и 395–405 кг (III группа) соответственно. Однако выход телят у коров III группы был низким и составлял 82 гол. на 100 коров, что в среднем было ниже на 12,6 %.

Следует отметить, что, несмотря на более длительный сервис-период, коровы III группы не показали высокого удоя, он был ниже на 132 кг, чем у животных с сервис-периодом 123 дня и на 277 кг, чем у животных с сервис-периодом 126 дней.

В племенном репродукторе наиболее продолжительный сервис-период выявлен у коров

III группы, он составлял 95 дня, что выше в сравнении с животными I группы – на 32 дня (50,8%) и по сравнению с коровами II группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 385–394 кг) – на 15 дней (18,8%). Более низкий период плодоношения отмечался у коров I группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг) – 281 дней. Продолжительность сухостойного периода у коров также находилась в пределах нормы. Более продолжительным сухостойным периодом характеризовались коровы III группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 395–405 кг) – 62 дня, что выше в сравнении с I группой (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг) – на 11 дней (21,9%), со II группой (живая масса при первом плодотворном осеменении 385–394 кг) – на 4 дня (6,9%).

Наибольший коэффициент воспроизводительной способности был отмечен у коров I группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг) и составлял 1,00, что по отношению к другим группам выше: к II группе (живая масса при первом плодотворном осеменении 385–394 кг) – на 1,0%, а к III группе (живая масса при первом осеменении 395–405 кг) – на 3,1%. Наибольшее количество телят было получено от коров I группы – 95,8 гол. из расчета на 100 коров. Статистически достоверной разницы между группами не наблюдалось.

На молочно-товарной ферме наиболее низким сервис-периодом характеризовались коровы I группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг), что по сравнению с животными II группы было ниже на 12 дней (14,3%) и III группы – на 18 дней (20,0%). Продолжительность стельности у коров варьировала в пределах 282 дней (I группа) – 300 дней (III группа), при этом животные II группы имели превосходство над коровами I группы – 9 дней (3,2%) и III группы – 18 дней (6,4%).

Большая длительность сухостойного и межотельного периодов выявлена у коров с живой массой при первом плодотворном осеменении 395–405 кг (III группа) – 63 дня и 386 дней соответственно. Разница по данным показателям с I группой составляла 5 дней (8,6%) и 17 дней (4,6%), а со II группой – 4 дня (6,8%) и 14 дней (3,8%).

Таблица 2 – Воспроизводительные качества полновозрастных коров в зависимости от живой массы при первом осеменении, $\overline{X} \pm S\overline{X}$

Показатель	Группа		
	I	II	III
ОАО «Племзавод Россия»			
Сервис-период, дней	126±4,4	123±4,2	132±11,0
Период плодоношения, дней	254±14,8*	290±5,9	282±6,6
Продолжительность сухостойного периода, дней	60±2,7	63±0,5	63±0,6
Продолжительность межотельного периода, дней	386±12,2*	412±4,7	408±5,0
Коэффициент воспроизводительной способности	0,97±0,03	0,92±0,01	0,93±0,01
Выход телят, голов	93,6±1,9	91,0±2,1	82,0±4,8*
ФГУП «Троицкое»			
Сервис-период, дней	63±14,4	80±14,6	95±15,4
Период плодоношения, дней	281±14,7	295±15,1	290±12,8
Продолжительность сухостойного периода, дней	51±8,2	58±5,7	62±4,3
Продолжительность межотельного периода, дней	364±10,4	369±12,3	373±20,7
Коэффициент воспроизводительной способности	1,00±0,07	0,99±0,09	0,97±0,08
Выход телят, голов	95,8±2,8	94,4±1,4	92,6±3,6
ООО «Деметра»			
Сервис-период, дней	72±12,6	84±9,7	90±13,3
Период плодоношения, дней	282±9,5	291±10,2	300±11,5
Продолжительность сухостойного периода, дней	58±13,7	59±9,0	63±8,1
Продолжительность межотельного периода, дней	369±29,2	372±22,7	386±21,6
Коэффициент воспроизводительной способности	0,99±0,21	0,98±0,25	0,95±0,28
Выход телят, голов	92,8±4,4	91,0±3,3	88,5±1,9

Примечание: *$p \leq 0,05$, **$p \leq 0,01$, ***$p \leq 0,001$.

Коровы I группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг) по коэффициенту воспроизводительной способности и выходу телят превосходили животных II группы на 1,0% и 1,8 гол. (2,0%), III группы – на 4,2% и 4,3 гол. (4,9%).

Коровы с более длительным сервис-периодом (90 дней) в ходе лактационного периода не показали высокой молочной продуктивности, она составляла 4956 кг молока, что было ниже в сравнении с животными I группы на 4,1% (сервис-период 72 дня) и II группы – на 1,3% (сервис-период 84 дня). Так, у коров I группы (живая масса при первом плодотворном осеменении 375–384 кг) с коротким сервис-периодом был наиболее высокий удой.

Выводы

Результаты наших исследований показали, что при проведении селекционно-племенной работы нежелательно осуществлять первое осеменение телок с живой массой выше 385 кг, что в дальнейшем окажет отрицательное влияние на воспроизводительные качества коров. Первотелки, а также коровы, несмотря на удлиненный сервис-период, не показали более высокой молочной продуктивности.

Рекомендации

При осеменении телок необходимо учитывать живую массу, что позволит в более раннем возрасте провести прогноз будущей воспроизводительной способности коров. Высокие коэффициенты изменчивости признаков, а также доля влияния (30,1–45,6%) позволяют проводить отбор по воспроизводительным качествам как внутри каждой группы животных, так и в целом по стаду в любых категориях хозяйств.

Список литературы

1. Вильвер Д. С. Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы и взаимосвязь хозяйственно полезных признаков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 107–109.

2. Вильвер Д.С. Анализ воспроизводительной способности коров разного возраста в зависимости от влияния паратипических факторов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4(54). С. 104–107.

3. Мироненко С. И., Косилов В. И., Никонова Е. А. Мясные качества сверхремонтных телок красной степной породы и ее помесей // Стратегия основных направлений научных разработок и их внедрения в животноводстве. Оренбург, 2014. С. 9–13.

4. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows // Presented at the July 18–21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI. 2011. С. 85–89.

5. Гриценко С. А., Вильвер Д. С. Характеристика стада коров черно-пестрой породы по генетическим параметрам // Проблемы развития АПК региона. 2015. Т. 24. № 4(24). С. 59–63.

6. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No.612. С. 1–8.

7. Stavetska R. V., Babenko E. I. Формуваннф відтворювальноі здатності корів у високопродуктивних стадах молочноі худоби // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: сільськогосподарські науки. 2014. Т. 2. № 1. С. 199–205.

8. Горелик О. В., Вильвер Д. С. Взаимосвязь морфофункциональных свойств вымени и воспроизводительных качеств с молочной продуктивностью коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. Т. 3. № 23-1. С. 60–62.

9. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Влияние возраста телок при первом осеменении на воспроизводительные качества коров // АПК России. 2015. Т. 73. С. 151–155.

10. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // J. Dairy Sci. 2010. 86. С. 2984–2989.

11. Seltsov V. I., Sermyagin A. A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2014. Т. 36. № 12. С. 3–8.

12. Муратов А. А., Горелик О. В., Вильвер Д. С. Эффективность откорма свиней разных генотипов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2010. № 10. С. 33–36.

13. Pelekhaty M., Piddubna L., Kucher D. Племінний підбір у відкритій популяції молочноі худоби // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. 2012. № 7. С. 94–98.

14. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 2. С. 162–164.

15. Воспроизводительная функция чистопородных и помесных маток / В. И. Косилов, С. И. Мироненко, Е. А. Никонова, Д. А. Андриенко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 5. № 37-1. С. 83–85.

16. Hansen L. B., Cole J. B., Marx G. D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL : http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

17. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 1. С. 104–106.

18. Вильвер Д. С. Хозяйственно-полезные признаки коров черно-пестрой породы в зависимости от фенотипических факторов : дис. … канд. с.-х. наук. Троицк, УГАВМ, 2009. 208 с.

19. Рост и развитие симментальских телок разных генотипов и их герефордских сверстниц / Тюлебаев С. Д., Кадышева М. Д., Карсакбаев А. Б., Литовченко В. Г. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 110–113.

20. Экстерьерно-конституциональные показатели симментальских телок в динамике / Литовченко В. Г., Кадышева М. Д., Тюлебаев С. Д., Каюмов Ф. Г. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 104–106.

Вильвер Дмитрий Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры генетики и разведения сельскохозяйственных животных, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

* * *

УДК 636.22/(470.55/.57)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОРМА КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ ПРИ ЧИСТОПОРОДНОМ ВЫРАЩИВАНИИ И СКРЕЩИВАНИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

В. И. Косилов, Д. А. Андриенко, С. И. Мироненко

Проблема увеличения производства мяса, особенно говядины, повышения ее качества и снижения себестоимости имеет важное народнохозяйственное значение. Целью исследования являлась разработка путей рационального использования генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании. Научно-хозяйственный опыт проводился в хозяйствах Оренбургской области. Полученные опытные данные свидетельствуют о высокой биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию тела подопытных животных. С возрастом масса жира в теле молодняка увеличивалась в большей степени, чем содержание белка. При этом бычки отличались наибольшим выходом белка при минимальной массе жира. Более интенсивное наращивание жировой ткани независимо от генотипа отмечалось у телок и кастратов. Межгрупповые различия, проявившиеся по величине коэффициентов биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию съедобных частей тела, обусловлены биологическими особенностями молодняка и детерминированы генотипом, полом и физиологическим состоянием. При этом независимо от генотипа лучшей способностью трансформировать протеин корма в белок мясной продукции отличались бычки, а энергии – кастраты и телки. Величина биоконверсии протеина в 18 месяцев у бычков составляла 8,29–8,68 %, кастратов – 7,89–8,11 %, телок – 7,76–8,00 %, а энергии соответственно 4,87–5,45 %, 6,36–7,17 %, 5,28–5,74 %. Лучшей способностью трансформировать питательные вещества и энергию корма в мясную продукцию отличались трехпородные помеси. Коэффициент биоконверсии протеина у молодняка всех генотипов с возрастом снижался, а энергии – повышался.

Ключевые слова: матки, кастраты, бычки, чистопородные животные, помеси, выход питательных веществ, коэффициент биоконверсии.

В настоящее время предприятия мясной промышленности все еще функционируют в условиях дефицита животноводческого сырья отечественного производства [1–4]. По данным Росстата, за 11 мес. 2015 г. производство мяса и субпродуктов убойных животных выросло по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 13,3 % и достигло 2 млн т. Импортные поставки мяса всех видов в Россию неуклонно снижаются и эта тенденция будет сохраняться в дальнейшем. За 8 мес. 2015 г. по отношению к аналогичному периоду 2014 г. импорт мяса в Россию снизился в 2 раза и составил 410,6 тыс. т. В том числе поставки говядины в январе-августе 2015 г. снизились на 43,7 % и составили 176 тыс. т. Самообеспеченность по свинине составляет более 90 %, а по говядине – 65–70 % [5–10].

По международным критериям угроза национальной продовольственной безопасности наступает при импорте в страну более 25–30 % продовольствия. Таким образом, Россия до настоящего времени находится на грани утраты независимости в части обеспечения населения говядиной и мясными продуктами из нее [11–14].

Поэтому реализация в России приоритетных национальных проектов призвана возродить поголовье сельскохозяйственных животных и развить внутреннее производство мяса.

При оценке тенденции развития можно сделать вывод о том, что в ближайшие годы продолжится сокращение поголовья крупного рогатого скота, хотя и с меньшей, чем ранее, скоростью [15–19].

Проблема увеличения производства мяса, особенно говядины, повышения ее качества и снижения себестоимости имеет важное народнохозяйственное значение. В последние годы все большее внимание как со стороны руководства Федерального центра и местных ведомств АПК, так и ученых уделяется мясному скотоводству. Однако за счет говядины от мясного скота в ближайшее десятилетие невозможно полностью удовлетворить потребность населения в этом продукте, поэтому требуются новые пути повышения ее производства [20–23].

Наиболее экономически выгодное получение высококачественной продукции при максимальном использовании прогрессивной технологии с учетом биологических особенностей животных – задача, решение которой выдвигает интенсификация производства в конкретных организационно-хозяйственных условиях каждой природно-климатической зоны, что и определяет актуальность темы исследования.

Целью исследования являлась разработка путей рационального использования генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании.

Материалы и методы

Для проведения научно-хозяйственного опыта в хозяйствах Оренбургского района были проведены 2 серии опытов. Первую серию опытов по изучению мясной продуктивности красного степного скота и эффективности его трехпородного скрещивания с англерами, симменталами и герефордами проводили в ООО «Нива» и ЗАО «Маяк» Оренбургской области. При этом было поведено 3 опыта.

В первом опыте с целью изучения эффективности трехпородного скрещивания с англерами, симменталами и герефордами было проведено 3 опыта на телках (1 опыт), бычках-кастратах (2 опыт) и бычках (3 опыт). При этом были сформированы по 4 группы бычков, кастратов и телок: I – красная степная, II – ½ англер × ½ красная степная, III – ½ симментал × ¼ англер × ¼ красная степная, IV – ½ герефорд × ¼ англер × ¼ красная степная.

Половину бычков всех генотипов кастрировали в возрасте 3 мес.

Во второй серии опытов в СПК «Кульминский» и колхозе «Октябрь» Оренбургской области (4 опыт) проводили изучение продуктивных качеств и биологических особенностей бычков черно-пестрой породы (I группа) и ее помесей с производителями симментальской (½ симментал × ½ черно-пестрая – II группа) и казахской белоголовой (½ казахская белоголовая × ½ черно пестрая – III группа), а также бычков симментальской породы (IV группа), двухпородных помесей с голштинами (½ голштин × ½ симментальская – V группа), трехпородных помесей с немецкой пятнистой (½ немецкая пятнистаях ¼ голштин × ¼ симментальская – VI группа) и лимузинской (½ лимузин × ¼ голштин × ¼ симментальская – VII группа) пород.

Молодняк первого опыта и бычки остальных опытов с 6-месячного возраста содержались в течение всего периода исследований на откормочной площадке беспривязно в облегченном помещении. Для отдыха животных формировалась глубокая несменяемая подстилка, а на выгульно-кормовом дворе был организован курган.

Телки 2 опыта и бычки-кастраты 3 опыта в летний период находились на пастбище. Бычков – кастратов для проведения заключительного откорма по окончании пастбищного сезона в 16-месячном возрасте перевели на откормочную площадку для заключительного стойлового откорма.

Оценку животных по эффективности биоконверсии протеина и энергии корма в основные питательные вещества мясной продукции проводили согласно методическим рекомендациям (М., 1983).

Результаты исследований

Анализ полученных нами данных свидетельствует об определенных межгрупповых различиях в интенсивности синтеза белка и жира в организме молодняка в различные возрастные периоды (табл. 1).

Характерно, что во все возрастные периоды выращивания до 18-месячного возраста мясо бычков характеризовалось оптимальным соотношением белка и жира. У кастратов и телок в конце выращивания отмечался некоторый избыток жира, причем соотношение протеина и жира у них находилось примерно на одном уровне. Так, у бычков к 18 мес. соотношение протеина и жира составляло 1:0,70, у кастратов соответственно 1:0,94, а у телок 1:1,00.

На фоне изменения с возрастом в мясе молодняка соотношения протеина и жира изменялась и энергетическая ценность мякоти. Так, у бычков от 6 до 18 мес. энергетическая ценность 1 кг мякоти повысилась на 2942 кДж (50,6%), у кастратов – на 3282 кДж (53,9%) и у телок – на 3036 кДж (46,6%).

Повышение концентрации энергии в 1 кг мякоти после 12 мес. у молодняка происходило вследствие повышения массовой доли жира, так как относительное содержание белка в мякотной части туши в эти периоды снижалось.

Установлено, что молодняком опытных групп потреблялось неодинаковое количество протеина и энергии корма на 1 кг прироста массы тела (табл. 2). При этом наибольшей величиной изучаемых показателей отличались телки, наименьшим – бычки, кастраты занимали промежуточное положение. Причем независимо от пола и физиологического состояния данные показатели с возрастом увеличивались.

Результаты оценки эффективности животных по трансформации протеина и жира в тело животного в различные периоды его роста и развития во многом обусловлены абсолютным их выходом.

Полученные данные свидетельствуют, что молодняк разных половозрастных групп проявлял неодинаковую интенсивность накопления в теле основных питательных веществ. Характерно, что у бычков по сравнению со сверстниками других групп содержанием жира во все возрастные периоды было минимальным, а протеина максимальным. Причем кастраты

Таблица 1 – Выход питательных веществ и энергетическая ценность мякотной части туши

Группа	Возраст, мес.	Содержится в 1 кг мякоти, г		Заключено в 1 кг мякоти энергии, кДж	В том числе энергия, кДж		Всего энергии в мякоти туши, МДж
		белка	жира		белка	жира	
I	Новорожденные	207,0	16,0	4176	3553	623	31
	6	190,3	65,3	5810	3267	2543	324
	12	205,0	84,5	6809	3519	3290	774
	18	197,5	137,7	8752	3390	5362	1596
II	Новорожденные	–	–	–	–	–	–
	6	192,5	71,4	6084	3304	2780	310
	12	192,8	100,2	7212	3310	3902	789
	18	174,3	163,7	9366	2992	6374	1549
III	Новорожденные	203,9	14,2	4053	3500	553	26
	6	195,3	81,2	6514	3352	3162	306
	12	188,2	116,4	7763	3231	4532	741
	18	170,5	170,1	9550	2927	6623	1373

Таблица 2 – Выход питательных веществ и энергии съедобных частей тела подопытных животных

Группа	Возраст, мес	Потреблено на 1 кг прироста живой массы		Масса съедобных частей туши, кг	Содержание питательных веществ в теле, кг		Выход на 1 кг предубойной живой массы			Коэффициент биоконверсии, %	
		сырого протеина, г	энергии, МДж		белка	жира	белка, г	жира, г	энергии, МДж	белка	энергии
I	6	772	47,93	55,8	14,87	4,59	86	27	2,88	9,98	6,34
	12	914	65,22	113,6	30,17	11,29	95	36	3,53	9,68	6,62
	18	1233	83,84	182,4	45,63	27,38	96	57	4,91	7,40	7,07
II	6	758	47,77	51,0	13,56	4,47	89	29	3,34	9,88	7,28
	12	925	66,90	109,4	27,40	12,51	95	43	4,23	9,43	7,53
	18	1259	86,44	165,4	37,34	29,08	88	69	5,42	6,65	7,89
III	6	761	48,29	47,0	12,66	4,59	90	33	3,40	9,29	7,37
	12	947	68,46	95,4	23,59	12,48	91	48	4,82	8,89	7,80
	18	1291	88,93	143,8	31,98	26,22	86	71	5,83	6,31	8,05

во всех случаях, характеризуясь большим по сравнению с телками содержанием в теле жира, по выходу белка занимали промежуточное положение.

Анализ возрастной динамики коэффициента биоконверсии протеина свидетельствует о его снижении с возрастом. При этом преимущество по его величине во всех случаях было на стороне бычков, телки отличались минимальным показателем.

При оценке эффективности биоконверсии обменной энергии установлено, что с возрастом у молодняка всех групп отмечалось повышение величины изучаемого показателя, которое у бычков составляло 0,73 %, кастратов – 0,61 %, телок – 0,68 %. Это обусловлено увеличением с возрастом в теле молодняка доли жира и снижением содержания белка. При этом самый высокий коэффициент биоконверсии энергии корма в энергию тела у молодняка всех групп отмечался в возрасте 18 мес. Причем минимальной величиной изучаемого показателя во все возрастные периоды отличались бычки. Так, в 6 мес. они уступали кастратам по коэффициенту биоконверсии энергии на 0,94 %, телкам – на 1,03 %, в 12 мес. соответственно на 0,91 и 1,18 %, в 18 мес. – на 0,82 и 0,98 %. В то же время бычки характеризовались лучшей трансформацией протеина корма в белок мясной продукции. Их превосходство по коэффициенту биоконверсии протеина над кастратами и телками в 6-месячном возрасте составляло 0,10–0,69 %, в 12-мес. – 0,25–0,79 %, в 18 мес. – 0,75–1,09 %.

Анализ данных второго опыта свидетельствует об особенностях и различной интенсивности синтеза протеина и жира в организме молодняка подопытных групп в различные возрастные периоды (табл. 3).

Характерно, что наибольшим потреблением как протеина, так и энергии на 1 кг живой массы отличался молодняк красной степной породы и ее двухпородные помеси с англерами, у трехпородных животных III и IV групп эти показатели были ниже.

Аналогичная закономерность отмечалась и по массе съедобных частей туши. Причем телки всех генотипов отличались минимальной величиной изучаемого показателя, бычки – максимальной, кастраты занимали промежуточное положение. Что касается содержания питательных веществ в теле, то по выходу жира лидирующее положение занимали бычки-кастраты, а белка – некастрированные бычки. Анализ полученных данных свидетельствует об уменьшении выхода белка на 1 кг предубойной живой массы с возрастом животных. В то же время выход жира и энергии на единицу массы тела перед убоем повышался у молодняка всех групп.

Таблица 3 − Выход питательных веществ и энергии съедобных частей туши телок и бычков

Группа	Возраст, мес.	Потреблено на 1 кг прироста живой массы		Масса съедобных частей туши, кг	Содержание питательных веществ в туше, кг		Выход на 1 кг предубойной живой массы			Коэффициент биоконверсии, %	
		сырого протеина,г	энергии, МДж		жира, кг	белка, кг	белка, г	жира, г	энергии, МДж	протеина	энергии
Телки											
I	18	905	78,09	140,4	18,48	25,74	71,30	51,19	3,70	7,87	4,74
II		891	78,51	133,6	17,14	24,14	69,17	49,11	3,57	7,76	4,55
III		858	76,48	157,6	23,08	28,22	72,36	59,18	4,04	8,13	5,28
IV		739	74,42	156,8	24,42	27,86	73,51	64,43	4,27	8,00	5,74
Бычки											
I	18	1045	80,07	181,8	20,09	35,64	78,31	44,12	3,10	8,49	4,87
	21	1168	89,13	223,6	32,83	41,20	77,32	61,61	3,71	7,62	5,15
II	18	1042	79,95	179,4	19,76	35,04	78,11	44,02	3,12	8,29	4,88
	21	1160	88,94	221,8	32,82	40,66	77,23	62,33	3,81	7,65	5,27
III	18	1030	79,30	202,6	25,72	39,38	79,74	52,01	3,43	8,74	5,29
	21	1141	88,41	247,2	41,66	43,38	75,10	72,14	4,14	7,98	5,64
IV	18	1018	79,03	203,8	27,82	39,01	78,21	57,72	3,61	8,68	5,56
	21	1130	88,35	248,8	45,56	42,64	75,02	80,71	4,40	7,88	5,98

Установленный характер накопления питательных веществ в организме молодняка оказал определенное влияние на величину и динамику коэффициента биоконверсии протеина и энергии корма в пищевой белок и энергию мясной продукции. При этом лучшая способность трансформировать протеин корма в белок мясной продукции у бычков-кастратов отмечалась в 16-месячном возрасте, а у некастрированных бычков – в 18 мес. Позднее наблюдалось снижение величины коэффициента биоконверсии протеина. Так, у бычков-кастратов красной степной породы в период с 16 до 20 мес. это снижение составляло 0,89%, двухпородных англерских помесей – 0,84%, трехпородных симментальских помесей – 0,74%, трехпородных герефордских помесей – 0,78%. У некастрированных бычков это снижение с 18 до 21 мес. составляло соответственно 0,87%, 0,64%, 0,76%, 1,80%.

Характерно, что независимо от пола и физиологического состояния преимущество по величине изучаемого показателя было на стороне трехпородных помесей симментальской и герефордской пород. При этом по группе телок молодняк красной степной породы и ее двухпородные помеси с англерами при убое в 18 мес. уступали трехпородным сверстницам III и IV групп по коэффициенту биоконверсии протеина на 0,13–0,37%. По бычкам-кастратам разница в пользу трехпородных помесей в 16 мес. составляла 0,07–0,15%, в 18 мес. – 0,03–0,40%, в 20 мес. – 0,16–0,30%, а по некастрированным бычкам в 18 мес. 0,19–0,45%, в 21 мес. – 0,23–0,26%. Характерно, что лучшей способностью трансформировать протеин корма в белок мясной продукции отличались бычки, минимальной величиной коэффициента биоконверсии протеина характеризовались телки, кастраты занимали промежуточное положение.

Что касается коэффициента биоконверсии энергии корма в энергию мясной продукции, то его величина с возрастом повышалась у молодняка всех групп, что обусловлено интенсификацией процессов жироотложения. Так, у бычков-кастратов это повышение в период с 16 до 20 мес. в зависимости от генотипа составляло 1,37–1,52%, бычков с 18 до 21 мес. – 0,28–0,42%. Преимущество во всех случаях было на стороне трехпородного помесного молодняка. Так по группе телок при убое в 18 мес. оно находилось в пределах 0,54–1,19%, по бычкам-кастратам в 16 мес. – 0,69–1,65%, в 18 мес. – 0,50–1,52%, в 20 мес. – 0,64–1,45%, а по некастрированным бычкам в 18 мес. – 0,41 – 0,69%, в 21 мес. – 0,37–0,83%. При этом максимальной величиной коэффициента биоконверсии энергии корма в энергию съедобных частей туши отличались бычки-кастраты, минимальной – некастрированные бычки.

Следовательно, показатели биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию туши у молодняка всех групп были достаточно высокими. При этом динамика этих показателей и межгрупповые различия при идентичных условиях содержания и кормления обусловлены неодинаковой реакцией животных разных генотипов на изменение паратипических факторов. Причем трехпородные помеси отличались более высокими показателями трансформации питательных веществ корма в мясную продукцию.

Таблица 4 – Биоконверсия протеина и энергии корма в пищевой белок и энергию съедобной части тела бычков в 18 мес.

Группа	Потребление на 1 кг прироста живой массы		Масса съедобных частей туши, кг	Содержится питательных веществ в теле, кг		Выход на 1 кг предубойной живой массы			Коэффициент биоконверсии, %	
	сырого протеина, г	энергии МДж		белка	жира	белка, г	жира, г	энергии, МДж	протеина	энергии
I	1060	77,6	194,8	42,86	22,96	80,29	47,83	4,00	6,72	5,15
II	1016	74,4	215,8	47,27	28,05	81,79	54,47	4,32	7,04	5,21
III	1039	76,2	214,4	46,58	29,15	83,53	56,56	4,83	7,00	5,42
IV	1013	74,5	214,4	50,55	32,63	84,79	60,47	4,81	7,75	5,68
V	1040	76,6	218,4	50,44	32,35	84,71	58,58	4,74	7,93	5,62
VI	1010	73,2	236,4	51,20	31,39	86,09	54,08	4,58	7,90	5,88
VII	1001	74,0	232,4	52,01	30,56	89,82	50,20	4,34	8,15	5,52

Анализ полученных данных третьего опыта свидетельствует, что наибольшим потреблением как сырого протеина, так и энергии на 1 кг прироста живой массы отличались бычки черно-пестрой породы и двухпородные голштинские помеси (табл. 4).

При анализе содержания питательных веществ в теле у потомства коров черно-пестрой породы установлено преимущество помесей над бычками материнской породы, которое по белку составляло 3,72–4,41 кг (8,7–10,3 %), а по жиру – 5,09–6,19 кг (22,2–26,9 %).

У потомства симментальской породы помеси по выходу белка в теле превосходили чистопородных сверстников, а по массе жира уступали им.

Установленный характер накопления питательных веществ в организме бычков оказал определенное влияние на величину коэффициента биоконверсии протеина и энергии корма в пищевой белок и энергию туши. Характерно, что лучшей способностью трансформировать протеин корма в белок мясной продукции характеризовался помесный молодняк. При этом преимущество помесей черно-пестрой породы над сверстниками материнской породы по коэффициенту биоконверсии протеина составляло 0,28–0,32 %, а по потомству симменталов разница в пользу помесей по величине изучаемого показателя составляла 0,15–0,40 %.

По эффективности биоконверсии энергии корма в энергию мясной продукции среди потомства черно-пестрой породы отмечался такой же ранг распределения, как и по белку. При этом бычки черно-пестрой породы уступали помесным бычкам по коэффициенту биоконверсии энергии на 0,06–0,27 %.

Среди потомства симментальской породы трехпородные лимузинские помеси, отличаясь максимальной величиной коэффициента биоконверсии протеина, характеризовались минимальной способностью трансформирования энергии корма. Вследствие этого они уступали сверстникам других групп по коэффициенту биоконверсии энергии корма в энергию мясной продукции на 0,10–0,36 %.

Полученные данные свидетельствуют, что бычки симментальской породы и ее двух- и трехпородные помеси во всех случаях превосходили молодняк черно-пестрой породы и ее помесей по эффективности трансформирования питательных веществ и энергии корма в мясную продукцию, о чем свидетельствует величина коэффициента биоконверсии. Достаточно отметить, что их преимущество по коэффициенту биоконверсии протеина составляло 0,71–2,43 %, а энергии – 0,10–0,73 %. В то же время показатели трансформации протеина и энергии корма в белок и энергию тела у бычков всех групп были достаточно высокими, а имеющиеся межгрупповые различия при одинаковых условиях содержания и кормления обусловлены генотипическими особенностями молодняка.

Выводы

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о высокой биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию тела подопытных животных. С возрастом масса жира в теле молодняка увеличивалась в большей степени, чем содержание белка. При этом бычки отличались наибольшим выходом белка при минимальной массе жира. Более интенсивное наращивание жировой ткани независимо от генотипа отмечалось у телок и кастратов. Межгрупповые различия, проявившиеся по величине коэффициентов биоконверсии протеина и энергии корма в белок и энергию съедобных частей тела, обусловлены биологическими особенностями молодняка и детерминированы генотипом, полом и физиологическим состоянием.

При этом независимо от генотипа лучшей способностью трансформировать протеин корма в белок мясной продукции отличались бычки, а энергии – кастраты и телки. Так, величина биоконверсии протеина в 18 мес. у бычков составляла 8,29–8,68 %, кастратов – 7,89–8,11 %, телок – 7,76–8,00 %, а энергии соответственно 4,87–5,45 %, 6,36–7,17 %, 5,28–5,74 %.

Лучшей способностью трансформировать питательные вещества и энергию корма в мясную продукцию отличались трехпородные помеси. Коэффициент биоконверсии протеина у молодняка всех генотипов с возрастом снижался, а энергии – повышался.

Рекомендации

С целью увеличения производства говядины, улучшения ее качества и снижения себестоимости необходимо более эффективно использовать генетический потенциал красного степного скота как при чистопородном разведении, так и при скрещивании.

Список литературы

1. Влияние генотипа на весовой рост бычков черно-пестрой и симментальской пород

и их двух-трехпородных помесей / А. В. Харламов, Е. А. Никонова, В. Н. Крылов, Т. С. Кубатбеков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 96–99.

2. Влияния двух-трехпородного скрещивания красного степного скота с англерами, симменталами и герефордами на убойные показатели молодняка / С. И. Мироненко, В. И. Косилов, Е. А. Никонова, Д. А. Андриенко // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(76). С. 39–43.

3. Единая межведомственная информационно-статистическая система. 2016. Режим доступа : http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=31533 – 04.03.2016.

4. Губайдуллин Н., Тагиров Х., Исхаков Р. Продуктивные качества чистопородных и помесных бычков // Молочное и мясное скотоводство. Спецвыпуск по мясному скотоводству. 2011. С. 25–26.

5. Косилов В. И., Мироненко С. И., Андриенко Д. А. Показатели роста, развития и этологической реактивности молодняка, полученного путем двух-трехпородного скрещивания красного степного скота с англерами, симменталами и герефордами // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 5(88). С. 16–19.

6. Левахин В. И., Амерханов Х. А., Калашников В. В. Повышение продуктивного потенциала скота казахской белоголовой породы на основе оптимизации генетических и паратипических факторов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. Т. 340. С. 340.

7. Миронова И. В., Гильманов Д. Р. Продуктивные качества бычков и кастратов черно-пестрой породы и ее помесей с породой салерс // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 4(42). С. 107–110.

8. Буравов А. Потенциал мясной продуктивности симментальского скота, разводимого на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 18–19.

9. Рациональное использование генетических ресурсов красного степного скота для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании / В. И. Косилов, С. И. Мироненко, А. А. Салихов, К. С. Литвинов. М., 2010. 452 с.

10. Вильвер Д. С. Взаимосвязь хозяйственно-полезных признаков коров различных генотипов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 4. С. 41–43.

11. Вильвер М. С. Особенности роста и развития телок черно-пестрой породы от коров-матерей разного возраста // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015. С. 6–9.

12. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Динамика живой массы телок разных генотипов // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире. Уфа, 2015. С. 69–71.

13. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Мясные качества сверхремонтных телок красной степной породы и ее помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 2. С. 19–20.

14. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Динамика приростов живой массы телок разных генотипов // Результаты научных исследований. Уфа, 2015. С. 71–73.

15. Салихов А. А., Косилов В. И., Лындина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях / Оренбург, 2008. С. 15–25.

15. Муратов А. М., Горелик О. В., Вильвер Д. С. Линейный рост подсвинков разных генотипов // Аграрный вестник Урала. 2010. № 1(67). С. 51–52.

16. Косилов В. И., Жуков С. А., Юсупов Р. С. Продуктивные качества молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами : монография. Оренбург, 2004. С. 88–96.

17. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No. 612. C. 1–8.

18. Hansen L. B., Cole J. B., Marx G. D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL : http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

19. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 2. С. 162–164.

20. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // J. Dairy Sci. 2010. 86. С. 2984–2989.

21. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 1. С. 104–106.

22. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / Тюлебаев С. Д., Мазуровский Л. З., Кадышева М. Д., Литовченко В. Г. // Зоотехния. 2013. № 5. С. 19–20.

Косилов Владимир Иванович, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».
E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Андриенко Дмитрий Александрович, канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры организации производства и моделирования экономических систем, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».
E-mail: demos84@mail.ru.

Мироненко Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».
E-mail: demos84@mail.ru.

* * *

УДК 636.22/28.033

ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЛИНЕЙНЫХ ПРОМЕРОВ ТЕЛА И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСТЕРЬЕРА МОЛОДНЯКА МОЛОЧНОГО, МЯСНОГО И КОМБИНИРОВАННОГО НАПРАВЛЕНИЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

В. И. Косилов, А. А. Салихов, Т. С. Кубатбеков, В. М. Габидулин

Представлены результаты сравнительной оценки изменений линейных промеров тела и особенности формирования экстерьера бычков, кастратов и телок черно-пестрой, симментальской, казахской белоголовой и абердин-ангусской пород. Установлено, что чем больше возраст, тем выше становится разница как в межпородных, так и во внутрипородных половозрастных группах не только по величине отдельных промеров, но и в целом по экстерьерным особенностям. Новорожденные телята абердин-ангусской породы уступали аналогам казахской белоголовой породы по высотным промерам на 6,2–7,8 см (9,6–10,6 %), косой длине туловища – на 1,2–3,7 см (2,0–6,1 %), глубине груди – на 0,5–0,6 см (1,8–2,2 %), широтным промерам – на 0,4–2,2 см (2,8–15,1 %), а сверстникам черно-пестрой и симментальской пород соответственно – на 8,6–13,3 см (11,6–19,3 %), 7,4–8,4 см (12,2–14,3 %), 1,6–2,1 см (5,9–7,7 %) и 0,1–2,3 см (0,7–12,6 %). Вместе с тем казахские белоголовые телята, если и уступали аналогам черно-пестрой и симментальской пород по высотным промерам на 0,9–6,0 см (1,1–8,4 %), косой длине туловища на 3,7–7,2 см (6,1–12 %), глубине груди на 0,5–1,6 см, то по широтным промерам достоверно превосходили их на 0,7–1,8 см (4,5–12,0 %). Выявлено, что к концу выращивания наибольшим индексом длинноногости отличались животные черно-пестрой породы, симментальские сверстники характеризовались более высокими, чем первые, показателями индексов сбитости, массивности. Генотип, пол и физиологическое состояние животных наложили отпечаток на формирование и проявление особенностей их телосложения. Животные всех групп, независимо от породной принадлежности, росли и развивались в соответствии с закономерностями индивидуального развития животных в онтогенезе. У молодняка разного пола и физиологического состояния молочного, мясного и комбинированного направления продуктивности по-разному формируются тип телосложения, экстерьерный профиль, скороспелость и признаки внешних форм, что следует использовать при составлении программ селекции и разработки плановых показателей в товарном животноводстве.

Ключевые слова: порода, пол, возраст, экстерьер, тип телосложения, промер, индекс.

Современное животноводство не может успешно развиваться без постоянного расширения и углубления знаний о природе организма [1–8].

Поэтому изучение биологических особенностей роста и развития животных и накопление данных о закономерностях индивидуального развития организма и его реактивности на условия внешней среды является одной из важнейших задач сельскохозяйственной биологической науки и представляет не только теоретический, но и большой практический интерес, как в племенном, так и в пользовательном животноводстве [9–16]. Накопление знаний по особенностям формирования типа телосложения, экстерьерным различиям и скорости не только весового, но и линейного роста молодняка различных пород в возрастном аспекте дает возможность планомерно управлять развитием организма и повышать продуктивность животных [17–20].

Размеры тела и конституциональные особенности животных к половозрелому состоянию зависят от многих факторов: породы, пола, условий выращивания, уровня и полноценности кормления [21–26].

Это и послужило основанием сравнительного изучения возрастных изменений линейного

роста молодняка разного пола и физиологического состояния, оцениваемых по мясной продуктивности пород при интенсивном выращивании.

Материалы и методы

Экспериментальная часть исследований проводилась в четырех крупных хозяйствах Оренбургской области и Республики Башкортостан.

В зоотехнической науке практикуется 2 основных метода оценки телосложения животных: глазомерная и посредством измерения и соотношения показателей промеров одних статей к другим.

Противопоставлять эти методы нельзя. Промеры не могут заменить глазомерные оценки, хотя они дополняют и корректируют в какой-то мере субъективный метод, каким, по нашему мнению, является глазомерная оценка экстерьерных особенностей растущего молодняка. В этой связи для объективного суждения об особенностях экстерьера бычков, кастратов и телок изучаемых пород мы пользовались цифровыми данными основных линейных промеров статей молодняка в отдельные возрастные периоды. На основании промеров вычисляли индексы телосложения по общепринятым в зоотехнической науке методам. Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК посредством табличного процессора «MicrosoftExcel» и пакета прикладной программы «Биометрия».

Результаты исследований

Анализ полученных данных свидетельствует об экстерьерных различиях уже у новорожденных телят (табл. 1).

При этом по величине всех промеров первенство было на стороне новорожденных животных черно-пестрой породы, несмотря на то, что у них живая масса при рождении была ниже, чем у симментальских сверстников.

Таблица 1 – Промеры тела новорожденных телят, см, (X±Sx)

Промер	Черно-пестрая порода			Симментальская порода		
	группа			группа		
	I	II	III	I	II	III
Высота в холке	78,5±0,73	78,8±0,84	78,0±0,92	78,1±0,91	78,5±0,93	76,9±0,74
Высота в крестце	82,9±0,66	83,0±0,80	82,3±0,80	82,0±0,80	82,6±0,95	79,5±0,64
Косая длина туловища (палкой)	68,0±0,63	68,3±0,56	67,2±0,83	67,7±0,52	68,0±0,97	66,0±0,54
Глубина груди	29,2±0,49	29,5±0,64	28,6±0,48	28,5±0,37	28,8±0,73	27,6±0,79
Ширина груди за лопатками	15,5±0,22	15,3±0,21	15,0±0,21	15,0±0,26	15,7±0,26	14,7±0,15
Ширина в маклоках	16,4±0,22	16,6±0,16	16,01±0,26	16,4±0,16	16,5±0,22	15,0±0,15
Ширина в тазобедренных сочленениях	20,5±0,34	20,3±0,26	20,2±0,33	20,0±0,26	20,3±0,33	17,8±0,13
Косая длина зада	25,5±0,22	25,8±0,29	25,2±0,25	25,5±0,27	25,3±0,26	23,8±0,20
Обхват груди за лопатками	79,7±0,96	79,5±0,93	78,0±0,97	78,0±0,84	79,1±1,15	74,0±0,76
Обхват пясти	12,0±0,00	12,1±0,00	12,0±0,00	12,0±0,00	12,0±0,00	11,0±0,00
Полуобхват зада	56,0±0,82	56,7±0,94	55,5±0,87	56,0±0,76	56,4±0,99	48,2±0,87
Промер	Казахская белоголовая порода			Абердин-ангусская порода		
	группа			группа		
	I	II	III	I	II	III
Высота в холке	76,2±0,80	76,0±0,71	71,1±0,78	69,7±0,70	69,6±0,81	64,9±0,66
Высота в крестце	82,0±0,80	81,7±0,73	76,3±0,76	74,3±0,65	73,9±0,82	69,0±0,77
Косая длина туловища (палкой)	64,0±0,68	64,2±0,57	60,0±1,20	60,6±0,69	60,5±0,83	58,8±0,63
Глубина груди	28,0±0,56	27,9±0,57	27,6±0,24	27,5±0,58	27,4±0,43	27,0±0,47
Ширина груди за лопатками	16,2±0,42	16,0±0,26	14,5±0,52	15,3±0,21	15,2±0,29	14,1±0,10
Ширина в маклоках	17,9±0,43	17,1±0,15	16,8±0,57	16,0±0,15	15,8±0,29	14,6±0,16
Ширина в тазобедренных сочленениях	19,3±0,47	19,5±0,22	18,8±0,51	18,2±0,39	18,4±0,22	18,0±0,26
Косая длина зада	–	–	–	24,2±0,29	24,0±0,26	22,7±0,30
Обхват груди за лопатками	78,4±1,27	78,0±0,94	72,8±0,99	73,0±0,80	72,8±0,98	70,4±0,88
Обхват пясти	11,9±0,18	12,0±0,15	10,8±0,20	11,3±0,53	11,2±0,29	10,5±0,17
Полуобхват зада	54,7±0,83	54,8±0,65	50,4±1,09	50,5±0,98	50,0±0,98	47,8±1,23

Впрочем различия, хотя и имели место как по величине показателей живой массы, так и промеров тела, между телятами черно-пестрой и симментальской пород они были недостоверны как представителей животных молочного и комбинированного направления продуктивности.

Третье место по абсолютным показателям промеров тела было на стороне новорожденных телят казахской белоголовой породы, так как они, по величине живой массы несколько уступая сверстникам черно-пестрой и симментальской пород, достоверно превосходили аналогов абердин-ангусской породы. Неслучайно, четвертое место среди изучаемых генотипов принадлежит абердин-ангуссам, так как мелкоплодность является биологической особенностью данной породы, что очередной раз подтвердилось в нашем исследовании. Так, новорожденные телята абердин-ангусской породы уступали аналогам казахской белоголовой породы по высотным промерам на 6,2–7,8 см (9,6–10,6%), косой длине туловища – на 1,2–3,7 см (2,0–6,1%), глубине груди – на 0,5–0,6 см (1,8–2,2%) широтным промерам – на 0,4–2,2 см (2,8–15,1%), а сверстникам черно-пестрой и симментальской пород соответственно – на 8,6–13,3 см (11,6–19,3%), 7,4–8,4 см (12,2–14,3%), 1,6–2,1 см (5,9–7,7%) и 0,1–2,3 см (0,7–12,6%). Вместе с тем казахские белоголовые телята, если и уступали аналогам черно-пестрой и симментальской пород по высотным промерам на 0,9–6,0 см (1,1–8,4%), косой длине туловища на 3,7–7,2 см (6,1–12%), глубине груди на 0,5–1,6 см, то по широтным промерам достоверно превосходили их на 0,7–1,8 см (4,5–12,0%). Эти данные свидетельствуют о породных особенностях животных мясного, комбинированного и молочного направления продуктивности, которые проявляются уже у новорожденных телят.

Характерно, что новорожденные телки во всех опытах уступали своим внутрипородным сверстникам по величине всех промеров тела на 0,3–5,8 см (0,6–12%). При этом наиболее ярко выраженным половым диморфизмом отличались животные симментальской, казахской белоголовой и абердин-ангусской пород, тогда как внутрипородные различия между новорожденными бычками и телками черно-пестрой породы были минимальными, относительно выровненными и составляли лишь 0,5–1,7 см (0,6–3,8%).

При дальнейшем изучении динамики линейных промеров тела установлено, что с возрастом в абсолютных показателях они у животных различных групп изменялись неодинаково. Так, в возрасте 12 мес. бычки, кастраты и телки черно-пестрой породы уже уступали аналогам симментальского скота по высотным промерам на 0,7–1,2 см (0,6–1,0%), косой длине туловища – на 1,2–2,1 см (0,9–1,7%), глубине груди на 2,0–4,0 см (3,5–7,0%), что является очень существенным положительным преимуществом последних в отличие от первых, влияющих на формирование грудной клетки и всего туловища в целом. Этот признак и является наиболее характерной особенностью животных комбинированного направления продуктивности, независимо от распределения в сторону молочно-мясного или, наоборот, мясомолочного типа, так как они имеются в любом стаде, хозяйстве, т.е. популяции любого размера, в соответствии с законом биологического разнообразия.

По широтным промерам в этом возрасте между молодняком молочного и комбинированного направления продуктивности различия были несущественными и составляли лишь 0,2–1,1 см (0,3–3,6%). Тем не менее симменталы достоверно превосходили сверстников черно-пестрой породы по обхвату груди на 6,7–9,1 см (4,1–5,8%), косой длине зада на 5,0–9,0 см (5,5–9,4%), чем очередной раз подтверждали угловатость статей телосложения молодняка черно-пестрой породы даже в годовалом возрасте, несмотря на высокую интенсивность их выращивания.

Несколько иной характер носили различия между абсолютными величинами линейных промеров тела молодняка мясных пород в этом возрасте. Так, если казахские белоголовые бычки, кастраты и телки превосходили аналогов абердин-ангусской по высотным промерам на 2,4–4,5 см (2,2–4,0%) и обхвату пясти на 1,2–2,1 см (6,7–12,7%), то по всем остальным промерам уступали им на 0,3–4,3 см (0,8–4,8%), что в свою очередь свидетельствует об относительной компактности типа телосложения при слегка вытянутом туловище абердин-ангусов и, наоборот, о преимущественном росте в высоту казахских белоголовых сверстников, нежели в длину и ширину.

Что касается различий в динамике линейных промеров тела между животными мясных пород и аналогами молочного и комбинированного направления продуктивности, то отличительные особенности весьма существенны. При этом абсолютная величина всех промеров первых за исключением глубины груди, ширины в тазобедренных сочленениях и полуобхвата

зада была на 1,1–10,3 см (3,7–9,7%) меньше сверстников симментальской и черно-пестрой пород, а по вышеперечисленным, наоборот, выше или же близка к равнозначному.

Вполне очевидно, что уже к годовалому возрасту у бычков, кастратов и телок разных пород и направлений продуктивности при оптимальных условиях выращивания четко проявляются свойственные им видимые внешние хозяйственно-полезные признаки, характеризующие их биологические особенности.

Общая закономерность различий промеров тела сохранилась и в последующих возрастных периодах. При этом установлено, что чем больше возраст, тем выше становится разница как в межпородных, так и внутрипородных половозрастных группах и не только по величине отдельных промеров, но и в целом по экстерьерным особенностям (табл. 2).

Вместе с тем, несмотря на существенные различия в динамике линейных промеров тела между животными мясных пород и аналогами молочного и комбинированного направления продуктивности, межпородные отличительные особенности к концу выращивания у животных абердин-ангусской и казахской белоголовой пород снизились и почти выровнялись, за исключением незначительного преимущества ангусов над казахскими белоголовыми сверстниками по промерам, характеризующим глубину груди, ширину тела, длину туловища и обхвата груди.

Аналогичная картина наблюдается и между молодняком симментальской и черно-пестрой пород. При этом первые к концу опыта обладали незначительным преимуществом над сверстниками по длине туловища, глубине груди, косой длине зада и обхвату груди, но уступали по ширине в маклоках и тазобедренных сочленениях, что в свою очередь способствовало и превосходству вторых по такому промеру как полуобхват зада, который, по мнению некоторых ученых, является признаком, характеризующим продуктивность, т.е. по величине этого промера судят о выраженности мясных форм. Поскольку симментальская порода комбинированного направления, а черно-пестрая – молочного, то,

Таблица 2 – Промеры тела молодняка в 20 мес., см, (X±Sx)

Промер	Черно-пестрая порода			Симментальская порода		
	группа					
	I	II	III	I	II	III
Высота в холке	130,4±1,18	127,2±2,65	124,1±0,90	130,7±0,86	128,3±1,01	125,0±1,02
Высота в крестце	133,9±1,16	131,5±1,21	128,2±0,88	134,5±0,81	132,7±0,90	129,1±1,19
Косая длина туловища (палкой)	148,0±1,22	144,5±1,62	140,5±1,54	149,0±1,12	146,0±1,17	141,5±1,13
Глубина груди	66,6±0,95	64,5±1,69	61,8±1,09	68,2±0,81	66,2±1,06	63,8±0,96
Ширина груди за лопатками	45,5±1,15	44,1±1,29	40,4±0,99	45,8±1,13	44,0±0,91	40,0±1,09
Ширина в маклоках	45,6±1,08	43,5±1,30	40,0±1,00	45,0±1,14	43,3±0,88	39,8±1,07
Ширина в тазобедренных сочленениях	46,0±0,95	45,2±1,27	41,3±0,84	46,1±1,04	44,0±0,82	40,5±1,01
Косая длина зада	50,0±0,73	48,8±1,03	46,4±0,65	51,9±0,85	51,6±1,20	46,8±0,81
Обхват груди за лопатками	198,7±2,89	192,0±1,89	182,6±1,56	207,5±202	203,7±2,13	190,6±1,45
Обхват пясти	22,7±0,15	22,2±0,20	20,6±0,16	23,0±0,26	22,5±0,17	21,0±0,00
Полуобхват зада	125,8±1,29	120,6±1,70	109,0±1,45	118,3±1,44	117,3±1,28	109,7±1,24
Промеры тела молодняка в 18 мес., см						
Высота в холке	116,6±1,29	116,5±1,26	115,2±1,35	116,8±0,77	116,3±1,01	115,0±0,76
Высота в крестце	121,2±0,97	120,8±1,31	119,7±1,47	121,0±0,88	120,5±0,92	119,0±0,80
Косая длина туловища (палкой)	133,4±1,60	131,3±1,65	129,0±1,61	141,0±1,02	138,2±1,15	133,3±1,02
Глубина груди	64,8±1,53	63,5±1,55	62,2±1,25	65,0±0,88	64,1±0,97	63,0±0,91
Ширина груди за лопатками	41,8±1,28	40,5±1,55	38,3±1,26	43,0±0,61	41,0±0,84	38,5±0,67
Ширина в маклоках	45,6±1,44	44,3±1,25	43,0±1,29	47,2±0,87	46,0±0,79	44,0±0,52
Ширина в тазобедренных сочленениях	46,8±1,28	45,8±25,8	44,2±1,1	48,5±0,48	47,4±0,67	45,3±0,47
Косая длина зада	–	–	–	49,1±0,35	48,2±0,42	46,4±0,37
Обхват груди за лопатками	178,2±1,74	175,3±2,06	172,5±1,54	186,3±2,24	180,2±2,12	173,3±2,16
Обхват пясти	22,0±0,32	21,0±0,41	20,5±0,2	21,0±0,21	20,4±0,16	18,2±0,25
Полуобхват зада	118,2±1,50	116,8±1,70	106,5±1,77	117,6±1,73	115,2±1,61	111,7±1,09

казалось бы, первые должны превосходить по величине этого показателя вторых. Однако, на наш взгляд, на это есть две основные причины: во-первых, черно-пестрая порода хотя и относится к категории молочного типа, но в целом по данным многочисленных исследователей по ее характерным особенностям близка к комбинированным, нежели к молочным породам, и отличается сравнительно высокой живой массой; во-вторых, по мнению других исследователей, величина промера полуобхвата зада не характеризует степень выраженности мясных форм, а лишь развитие широкотелости. Мы тоже считаем, что имеющиеся различия несущественны, а если они и наблюдаются, то обусловлены уровнем мясной продуктивности животных этих генотипов.

Характерно, что бычки по всем промерам занимали лидирующее положение, а телки, наоборот, во всех возрастах отставали от кастратов и бычков. При этом кастраты, во всех случаях, по величине отдельно взятых промеров уклонялись то в сторону бычков, то в сторону телок, что в некоторой степени нивелировало контрастность различий в общем плане характеристики экстерьерных профилей внутри каждой породы.

В формировании телосложения молодняка изучаемых групп решающее значение имели первые полтора года их жизни. При этом в начале постнатального периода преобладал рост в высоту. Особенно это характерно было для бычков. У кастратов увеличение высотных промеров несколько отставало, но у них уже в раннем возрасте наблюдалось уменьшение угловатостей и проявление округлостей выступающих участков тела. Они раньше достигли оптимальных кондиций и желательных форм телосложения.

Телки, несмотря на раннее физиологическое созревание, быстрее чем бычки и кастраты, достигали оптимальной кондиции, росли после годовалого возраста медленнее, но в то же время с определенным постоянством.

Это обстоятельство вполне согласуется с общими биологическими закономерностями развития животных и результатами других исследователей, изучавших в сравнительном аспекте экстерьерный профиль бычков, кастратов и телок рассматриваемых нами пород, как в племенном, так и в товарном скотоводстве Южного Урала в оптимальных условиях их выращивания.

У животных всех групп к концу выращивания пропорции тела стали более желательными. Это связано с замедлением интенсивности роста скелета и усилением процесса жироотложения, приводившего к повышению величины основных широтных промеров. Эта закономерность подтверждается изменением величин индексов телосложения.

Анализ полученных данных свидетельствует о межгрупповых различиях по величине индексов телосложения уже у новорожденных телят (табл. 3). При этом у телят уже в первые сутки жизни были ярко выражены породные особенности. Так, новорожденные абердин-ангусские телята отличались от сверстников других пород наименьшей величиной индекса длинноногости и формата зада, но по другим индексам, несмотря на относительно меньшую, чем у других генотипов в этом возрасте величину промеров тела, превосходили их, что в свою очередь подчеркивает, компактность и уникальную гармоничность телосложения даже при рождении.

Новорожденные казахские белоголовые бычки и телочки характеризовались наибольшей величиной индексов сбитости, грудного, переростлости и промежуточными параметрами индекса длинноногости, а по остальным уступали не только абердин-ангусам, но и сверстникам симментальской и черно-пестрой пород.

Симментальские телята в этом возрасте отличались высоконогостью, растянутостью, но имели наименьшие показатели индексов сбитости, грудного, тазогрудного и даже массивности, а остальные индексы характеризовались средней величиной.

Новорожденные бычки и телки черно-пестрой породы имели наибольшую, чем у сверстников других генотипов величину индекса формат зада, который определялся соотношением промеров ширины в тазобедренных сочленениях и ширине в маклоках. Вполне очевидно, что у них «широкозадость» является биологической особенностью, которая проявляется уже с первых дней жизни. По остальным индексам величина показателей носила промежуточный характер с отклонением в сторону мясных пород или симментальских сверстников.

Что касается внутрипородных различий между группами, то в большинстве случаев наименьшей величиной индексов телосложения характеризовались новорожденные телки. Они были менее сбитыми, имели меньший индекс мясности, отличались меньшей массивностью. В то же время телки были более высоконогими, имели больший тазогрудной индекс, но относительно менее растянуты.

В годовалом возрасте индексы телосложения молодняка симментальской и черно-пестрой пород практически выровнялись, однако первые были менее высоконоги и имели меньший грудной индекс. При этом они сохранили преимущество по индексам массивности, мясности и сбитости. И тем не менее эти различия статистически недостоверны.

Аналогичная картина наблюдалась и между животными казахской белоголовой и абердин-ангусской пород. Причем первые характеризовались меньшей величиной индексов растянутости, грудной, тазогрудной, глубокогрудности, мясности и массивности, но превосходили сверстников по индексам длинноногости, костистости и переростлости. Однако эти различия также статистически недостоверны.

Несколько иной характер носили различия между показателями индексов животных мясных пород и аналогами молочного и комбинированного направления продуктивности. При этом у первых индекс глубокогрудности был выше на 4,5–5,0%, формата зада на 7–8%, массивности на 6–8%, мясности на 10–12%, сбитости на 4,5–8,0%, растянутости на 3–7% и даже костистости на 2–3%, но на 1,5–4,5% ниже индекс длинноногости. На наш взгляд, приведенные материалы подтверждают очевидность полного проявления биологических особенностей молодняка различных пород в условиях интенсивного выращивания уже в годовалом возрасте.

Характерно, что внутрипородные различия между бычками, кастратами и телками в этом возрасте, несмотря на существенную разницу в абсолютных величинах промеров, были минимальными и статистическими недостоверными.

Общая закономерность различий индексов телосложения сохранилась и в последующих

Таблица 3 – Индексы телосложения новорожденных животных, %, (X±Sx)

Индекс	Черно-пестрая порода			Симментальская порода		
	группа					
	I	II	III	I	II	III
Длинноногости	62,82±0,37	62,59±0,44	63,34±0,40	63,51±0,21	63,31±0,54	64,11±0,71
Растянутости	86,63±0,34	86,92±0,42	86,18±0,75	86,68±0,53	86,62±0,62	85,83±0,32
Тазогрудной	94,52±0,61	92,21±1,27	93,89±1,55	91,46±1,02	95,15±0,81	98,00±0,99
Грудной	53,12±0,53	51,96±0,61	52,49±0,56	52,63±0,37	54,51±0,65	53,26±1,13
Сбитости	117,18±0,48	109,44±2,49	116,09±0,72	115,21±0,84	116,32±0,59	112,12±0,47
Костистости	15,29±0,14	15,36±0,16	15,40±0,18	15,36±0,18	15,29±0,18	14,30±0,14
Мясности	71,31±0,41	71,92±0,59	71,14±0,56	71,70±0,44	71,85±0,51	62,68±0,61
Массивности	101,51±0,52	100,89±0,63	100,02±0,86	99,87±0,72	100,76±0,47	96,23±0,14
Переростлости	105,62±0,24	105,34±0,21	105,54±0,32	104,99±0,34	105,22±0,28	103,38±0,24
Широкогрудной	19,74±0,16	19,41±0,15	19,23±0,16	19,21±0,16	20,00±0,13	19,12±0,13
Формат зада	125,02±1,37	122,35±1,65	126,35±1,70	121,95±0,97	123,03±1,55	118,67±0,98
Глубокогрудности	37,18±0,37	37,40±0,44	36,66±0,40	36,49±0,21	36,69±0,54	35,89±0,71
Ширины зада	20,89±0,14	21,08±0,28	20,53±0,37	21,00±0,09	21,02±0,18	19,51±0,15
Индекс	Казахская белоголовая порода			Абердин-ангусская порода		
	группа					
	I	II	III	I	II	III
Длинноногости	63,3±0,48	63,3±0,44	61,2±0,68	60,6±0,48	60,7±0,23	58,4±0,42
Растянутости	84,0±0,56	84,5±0,48	84,3±0,88	86,9±0,48	86,9±0,37	90,6±0,51
Тазогрудной	90,8±1,01	90,3±0,89	86,4±1,21	95,6±0,96	96,2±1,03	96,7±1,11
Грудной	57,8±0,50	57,4±0,64	52,5±0,83	55,7±0,67	55,5±0,44	52,3±0,81
Сбитости	122,4±0,86	121,5±0,79	121,5±1,44	120,5±0,64	120,4±0,72	119,7±0,7
Костистости	15,6±0,21	15,8±0,15	15,2±0,17	16,2±0,15	16,1±0,27	16,2±0,14
Мясности	71,8±0,77	72,1±0,32	70,8±0,79	72,4±0,88	71,8±0,79	73,6±1,22
Массивности	102,8±1,11	102,6±0,42	102,4±0,71	104,8±0,71	104,6±0,64	108,5±0,54
Переростлости	107,6±0,35	107,5±0,42	107,3±0,38	106,6±0,35	106,2±0,23	106,3±0,25
Широкогрудной	21,2±0,42	21,0±0,21	20,4±0,53	22,0±0,21	21,8±0,20	21,7±0,22
Формат зада	107,9±0,92	110,2±0,74	112,2±1,57	113,8±2,47	116,6±1,23	123,3±1,08
Глубокогрудности	36,7±0,48	36,7±0,44	38,8±0,68	39,4±0,48	39,4±0,23	41,6±0,42
Ширины зада	–	–	–	23,0±0,19	22,7±0,23	22,5±0,16

возрастных периодах. При этом к концу выращивания наибольшим индексом длинноногости отличались животные черно-пестрой породы, симментальские сверстники характеризовались более высокими, чем первые, показателями индексов сбитости, массивности (табл. 4). По остальным индексам различия были практически минимальными, а там где они имели место, статистическая достоверность их отличий не подтверждалась.

Подобная картина наблюдалась и среди животных мясных пород. При этом абердин-ангусский молодняк к завершению опыта в сравнении со сверстниками казахской белоголовой породы отличался растянутостью и массивностью. По другим индексам величина показателей была практически одинаковой, но в то же время характерной для скота мясного направления продуктивности (рис. 1).

Кроме того, у животных всех групп независимо от породной принадлежности к концу выращивания пропорции тела стали более желательными. Это связано с замедлением интенсивности роста скелета и усилением процесса жироотложения, приводившего к повышению величины широтных промеров и соответственно индексов телосложения.

Выводы

Таким образом, генотип, пол и физиологическое состояние животных наложили отпечаток на формирование и проявление особенностей его телосложения. Животные всех групп, независимо от породной принадлежности, росли и развивались в соответствии с закономерностями индивидуального развития животных в онтогенезе.

Следовательно, у молодняка разного пола и физиологического состояния молочного,

Таблица 4 – Индексы телосложения молодняка в 20 мес., см, (X±Sx)

Промер	Черно-пестрая порода			Симментальская порода		
	группа					
	I	II	III	I	II	III
Длинноногости	48,79±0,31	49,37±0,86	50,23±0,59	47,82±0,31	48,40±0,46	48,96±0,41
Растянутости	113,85±0,15	113,59±0,20	113,19±0,69	114,00±0,20	113,80±0,12	113,20±0,31
Тазогрудной	99,77±0,69	101,43±0,82	101,17±1,88	101,78±0,57	101,62±0,48	100,50±0,59
Грудной	68,23±0,83	68,36±0,73	65,32±0,75	67,16±0,93	66,47±0,39	62,70±0,87
Сбитости	134,21±1,05	132,89±0,25	130,01±0,62	139,26±0,38	139,52±2,16	134,70±0,48
Костистости	17,16±0,17	17,46±0,11	16,60±0,08	17,60±0,11	17,54±0,08	16,80±0,14
Мясности	96,76±0,24	94,77±0,45	87,81±0,74	90,51±0,55	91,43±0,33	87,76±0,40
Массивности	152,78±1,09	150,80±0,21	147,14±0,78	158,76±0,60	158,77±0,47	152,48±0,74
Переростости	103,00±0,07	103,39±0,18	103,31±0,15	102,91±0,16	103,43±0,22	103,28±0,21
Широкогрудной	34,95±0,59	34,62±0,73	32,53±0,63	35,04±0,66	34,29±0,44	32,00±0,67
Формат зада	100,96±0,74	103,98±0,66	103,40±1,11	102,44±0,45	101,62±0,51	101,76±0,51
Глубокогрудности	51,21±0,31	50,63±0,86	49,77±0,59	52,18±0,31	51,60±0,46	51,04±0,41
Ширины зада	35,04±0,56	34,15±0,77	32,22±0,70	34,43±0,67	33,75±0,44	31,84±0,67
Индексы телосложения молодняка в 18 мес., см						
Длинноногости	44,5±0,76	45,5±0,79	45,9±0,40	44,4±0,42	44,9±0,40	45,2±0,46
Растянутости	114,2±0,38	112,7±0,30	112,0±0,44	120,7±0,35	118,8±0,27	115,9±0,36
Тазогрудной	91,7±0,69	91,5±1,56	89,2±1,07	91,2±0,59	89,1±0,74	87,5±0,67
Грудной	64,5±0,52	63,6±0,91	61,6±0,98	66,2±0,31	63,9±0,46	61,1±0,30
Сбитости	133,6±0,40	133,5±0,14	133,7±0,51	132,1±0,85	132,4±1,99	130,0±0,75
Костистости	18,8±0,13	18,0±0,17	17,8±0,08	18,0±0,09	17,5±0,08	15,8±0,16
Мясности	101,2±0,34	100,2±0,42	92,0±0,47	100,7±0,43	99,2±0,54	97,3±0,13
Массивности	152,6±0,54	150,4±0,35	149,8±0,58	159,5±1,00	154,9±0,64	150,7±1,17
Переростости	103,8±0,48	103,6±0,54	103,9±0,18	103,6±0,16	103,6±0,23	103,5±0,22
Широкогрудной	35,7±0,75	34,7±0,97	33,2±0,72	36,8±0,31	35,2±0,44	33,5±0,38
Формат зада	102,7±0,55	105,1±1,06	102,9±1,17	102,9±1,29	103,1±0,83	103,0±0,80
Глубокогрудности	55,5±0,77	54,5±0,79	53,1±0,73	55,8±0,46	54,8±0,44	54,8±0,46
Ширины зада	–	–	–	40,4±0,51	39,5±0,38	38,3±0,28

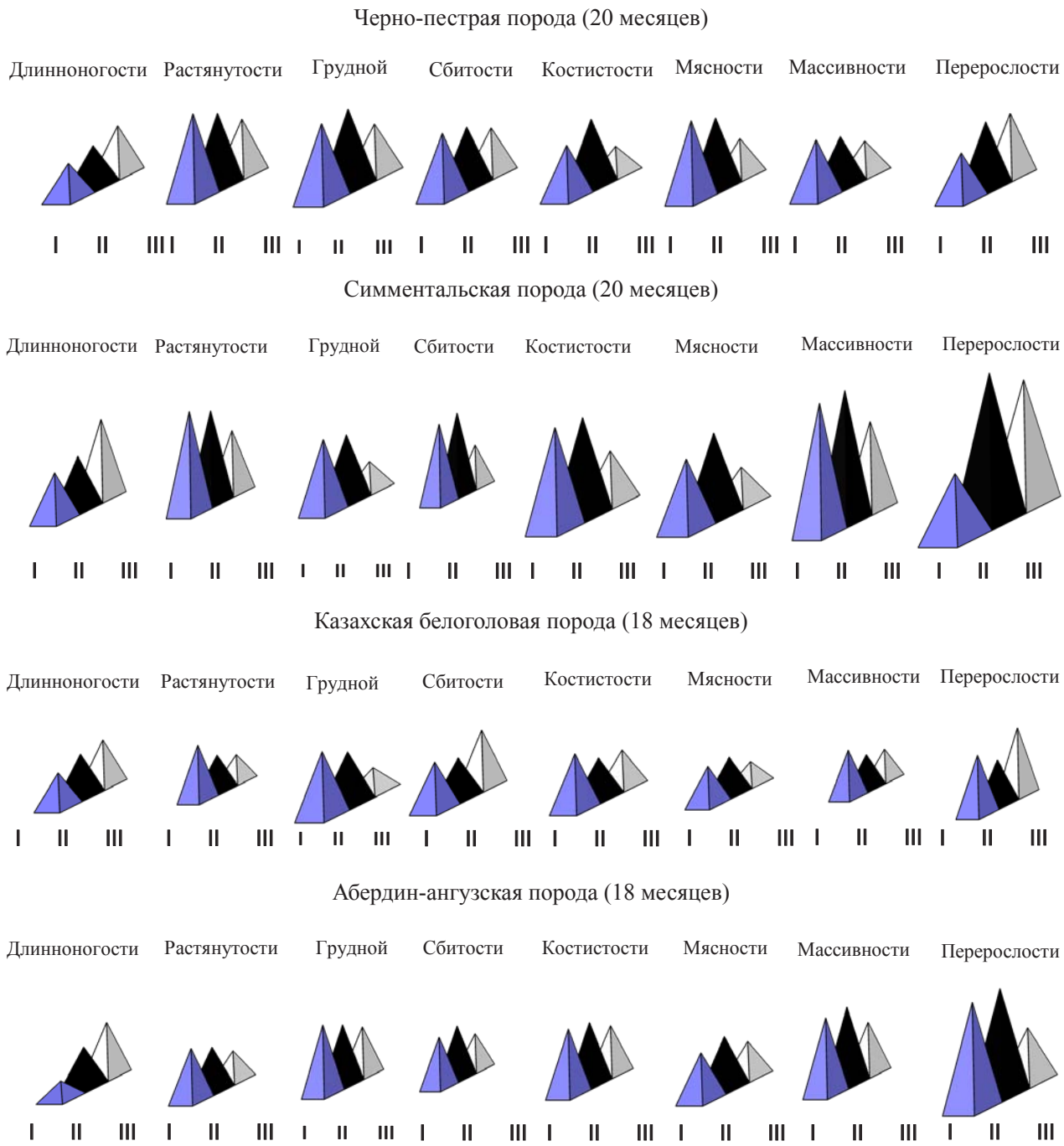


Рис. 1. Диаграмма индексов молодняка, %

мясного и комбинированного направления продуктивности по-разному формируются тип телосложения, экстерьерный профиль, скороспелость и признаки внешних форм, что следует использовать при составлении программ селекции и разработки плановых показателей в товарном животноводстве.

Список литературы

1. Литовченко В. Г., Тюлебаев С. Д., Кадышева М. Д. Динамика живой массы и возраст маток разных генотипов в период становления и реализации репродуктивной функции скота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 96–98.

2. Вильвер Д. С. Взаимосвязь хозяйственно-полезных признаков коров различных генотипов // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 4. С. 41–43.

3. Литовченко В. Г. Характеристика морфологического состава туши и ее естественно-анатомических частей по морфологическому составу у телок разных генотипов // Известия

Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 4(42). С. 119–121.

4. Косилов В. И., Мазуровский Л. З., Салихов А. А. Эффективность двух-трехпородного скрещивания скота на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 1997. № 7. С. 14–17.

5. Косилов В., Мироненко С., Никонова Е. Качество мясной продукции кастратов красной степной породы и ее помесей // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 26–27.

6. Косилов В. И., Жуков С. А., Юсупов Р. С. Продуктивные качества молодняка бестужевской породы и ее помесей с симменталами. Оренбург, 2004. 232 с.

7. Муратов А. М., Горелик О. В., Вильвер Д. С. Линейный рост подсвинков разных генотипов // Аграрный вестник Урала. 2010. № 1(67). С. 51–52.

8. Потенциал мясной продуктивности симментальского скота, разводимого на Южном Урале / А. Буравов, А. Салихов, В. Косилов, Е. Никонова // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 18–19.

9. Гриценко С. А., Вильвер Д. С. Характеристика стада коров черно-пестрой породы по генетическим параметрам // Проблемы развития АПК региона. 2015. Т. 24. № 4 (24). С. 59–63.

10. Шевхужев А., Саитова Ф. Эффективность различных технологий выращивания и откорма бычков // Молочное и мясное скотоводство. 2006. № 5. С. 11.

11. Шевхужев А., Панасенко В. Резервы создания стад мясного скота // Зоотехния. 1995. № 7. С. 23.

12. Салихов А. А., Косилов В. И., Лындина Е. Н. Влияние различных факторов на качество говядины в разных эколого-технологических условиях. Оренбург, 2008. 368 с.

13. Потенциал мясной продуктивности симментальского скота, разводимого на Южном Урале / А. Буравов, А. Салихов, В. Косилов, Е. Никонова // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 18–19.

14. Тагиров Х. Х., Исхаков Р. С., Губайдуллин Н. М. Мясная продуктивность бычков черно-пестрой породы и ее помесей с абердин-ангусами и лимузинами // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 3(27). С. 72–74.

15. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows // Dairy Updates Reproduction and Genetics. 2009. No. 612. С. 1–8.

16. Hansen L. B., Cole J. B., Marx G. D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL : http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

17. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2011. № 2. С. 162–164.

18. Caraviello D. Z., Weigel K. A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model // J. Dairy Sci. 2010. 86. С. 2984–2989.

19. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 1. С. 104–106.

20. Джуламанов К. М., Бактыгалеева А. Т., Урынбаева Г. Н. Убойные качества молодняка шагатайского типа казахской белоголовой породы и его помесей с уральским герефордом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6(56). С. 130–133.

21. Селекция коров и формирование семейств племенного стада герефордов в Ставрополье / М. П. Дубовскова, К. М. Джуламанов, Н. П. Герасимов, С. А. Христенко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5(55). С. 132–135.

22. Миронова И. В. Особенности переваримости основных питательных веществ рационов при откармливании бычкам бестужевской породы разных доз алюмосиликата глауконита // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 4(20). С. 59–61.

23. Рациональное использование генетических ресурсов красного степного скота для производства говядины при чистопородном разведении и скрещивании / В. И. Косилов, С. И. Мироненко, А. А. Салихов, К. С. Литвинов. М., 2010. 452 с.

24. Салихов А. А., Косилов В. И. Продуктивные качества молодняка черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. Т. 1. № 17-1. С. 64–65.

25. Литовченко В. Г. Гематологические показатели симментальских бычков разных генотипов в условиях Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2 (108). С. 18–21.

26. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / С. Д. Тюлебаев, Л. З. Мазуровский, М. Д. Кадышева, В. Г. Литовченко // Зоотехния. 2013. № 5. С. 19–20.

Косилов Владимир Иванович, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры химии и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».
E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Салихов Азат Асгатович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский филиал Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова».
E-mail: 04051957saa@mail.ru.

Кубатбеков Турсумбай Сатымбаевич, д-р вет. наук, профессор, профессор кафедры морфологии животных и ветсанэкспертизы, ФГБОУ ВО «Российский университет дружбы народов».
E-mail: Tursumbai61@list.ru.

Габидулин Вячеслав Михайлович, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства».
E-mail: gabidulin.v.@yndex.ru.

* * *

УДК 619:618.7-085:636.2

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ «ЭНДОМЕТРОМАГ-БИО» И «БИОМЕТРОСАНИТ®» ДЛЯ ТЕРАПИИ ОСТРОГО ПОСЛЕРОДОВОГО ЭНДОМЕТРИТА

Н. Ю. Ляшенко, В. С. Авдеенко, А. В. Молчанов, Т. Н. Родионова

Полевые наблюдения и исследования проводились в учхозе ФГУП РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева «Муммовское» Аткарского района Саратовской области. Микробиологические исследования стерильно полученных маточных выделений осуществляли по методике Н. Н. Михайлова с последующим определением состава микрофлоры путем посева на МПА, МПБ, кровяной агар, МПА с 1% раствором глюкозы, среды Эндо, Кода, Сабуро и др. Идентификацию изолированных микроорганизмов проводили с учетом их морфологических, культуральных, тинкториальных и биохимических свойств по общепринятым методикам. Видовую принадлежность бактерий устанавливали, руководствуясь «Кратким определителем бактерий Берги» (1980), грибов – согласно методике Н. А. Спесивцевой (1964). Изучение патогенности микроорганизмов осуществляли при внутрибрюшинном заражении белых мышей одномиллиардной взвесью смытой суточной агаровой культуры в дозе 0,2–0,5 мл (200–500 млн микробных клеток). Чувствительность микрофлоры к антимикробным препаратам определяли методом бумажных дисков в соответствии с «Методическими указаниями по определению чувствительности микроорганизмов к антибиотикам методом диффузии в агар с использованием дисков» (1983) и методом лунок в МПА. Терапевтическую эффективность препаратов «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» проводили на парах-аналогах коров симментальской и черно-пестрой породы. Установлено, что ассоциации культур бактерий могут вызывать воспалительный процесс в родополовом аппарате животных в 25…50% случаев, а бактерий и грибов – в 45…80% случаев. Изучена сравнительная терапевтическая эффективность новых антибактериальных препаратов, в состав которых не входят антибиотики «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®», определена их возможность применения для лечения острого послеродового эндометрита. Терапевтическая эффективность препаратов «Эндометромаг-Био®», «Биометросанит®» при эндометрите составляет 94,72%, по сравнению с аналогичными и близкими по способу введения средствами (89,88%, 83,5%). При этом значительно сокращаются дни бесплодия, снижается индекс осеменения, повышается процент стельности от первого осеменения от 54,72; 52,98; 53,5 до 48,4 соответственно применяемым лекарственным средствам «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» и традиционной антибиотикотерапии. Применение препарата «Биометросанит®» для лечения эндометритов не приводит к выбраковке молока из-за нахождения в нем антибиотиков.

Ключевые слова: эндометрит, бактериальная, микозная этиология, послеродовой период, антибиотики, «Эндометромаг-Био®», «Биометросанит®».

По сообщениям многочисленных исследований Международной молочной федерации, а также публикациям Европейской ассоциации животноводов хроническая форма эндометрита диагностируется у 20,0–25,0% коров молочного стада [1–3]. При этом потери от данного заболевания коров в ЕС оцениваются в 233 евро на 1 голову в год [4, 5]. Воспаление эндометрия у коров в основном проявляется как осложнение течения послеродового периода вследствие эндо- или экзогенного инфицирования слизистой оболочки матки условно патогенной микрофлорой. [6, 7]. Известно, что в связи со значительным распространением на молочных фермах хозяйств лекарственно-устойчивых штаммов условно-патогенных микробов (в частности к антибиотикам и сульфаниламидами) эффективность лечения с применением широко используемых антимикробных препаратов заметно снизилась [8–10]. Возбудители инфекционного агента в полости наружных и внутренних половых органов. Они приводят к возникновению эндометрита, который, как правило, проявляются в виде влагалищных, цервикальных и маточных выделений [11]. Наиболее распространенными патогенными организмами этого типа культивируются в половых органах Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae,

Streptococcus dysgalactiae, Corynebacterium bovis [12].

Подавляющее большинство эндометритов, имеющих бактериальное происхождение, в 80,0% случаев вызываются пятью видами бактерий (Escherichia coli, Streptococcus uberis, Staphylococcus aureus, Streptococcus dysgalactiae и Streptococcus agalactiae) [13, 14].

В последнее время на аграрном рынке фармакологических средств во многих странах с развитым производством молока стали появляться лекарственные препараты на основе антибиотиков нового пятого поколения (цефалоспорины) [15–17].

Однако при применении антибиотиков пенициллинового и тетрациклинового ряда не следует забывать об ограничении на использование молока, которое составляет 5–7 дней, а при применении антибиотиков тетрациклинового ряда до 17–21 дня [19].

Цель работы состояла в верификации диагноза эндометрит и оценке эффективности терапии препаратами «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» с учетом срока использования молока вследствие наличия антибиотиков.

Материалы и методы

Работа выполнена в 2006…2016 гг. Полевые наблюдения и исследования проводились в учхозе ФГУП РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева «Муммовское» Аткарского района Саратовской области. Молочная продуктивность животных в данных хозяйствах составляет в среднем 4997 кг с колебаниями у отдельных коров, от 3800 до 10000 кг за лактацию, а выход приплода на 100 условных коров от 85 до 87 телят. Диагностику заболеваний осуществляли общепринятыми клиническими и микробиологическими исследованиями в ветеринарии методами.

Микробиологические исследования стерильно полученных маточных выделений осуществляли по методике Н.Н. Михайлова с соавт. 1967, с последующим определением состава микрофлоры путем посева на МПА, МПБ, кровяной агар, МПА с 1% раствором глюкозы, среды Эндо, Кода, Сабуро и др.

Идентификацию изолированных микроорганизмов проводили с учетом их морфологических, культуральных, тинкториальных и биохимических свойств по общепринятым методикам. Видовую принадлежность бактерий устанавливали, руководствуясь «Кратким определителем бактерий Берги» (1980), грибов – согласно методике Н.А. Спесивцевой (1964). Изучение патогенности микроорганизмов осуществляли при внутрибрюшинном заражении белых мышей одномиллиардной взвесью смытой суточной агаровой культуры в дозе 0,2–0,5 мл (200–500 млн микробных клеток).

Чувствительность микрофлоры к антимикробным препаратам определяли методом бумажных дисков в соответствии с «Методическими указаниями по определению чувствительности микроорганизмов к антибиотикам методом диффузии в агар с использованием дисков» (1983) и методом лунок в МПА.

Терапевтическую эффективность препаратов «Эндометромаг-Био®» – фирмы ООО Мосагроген (РФ) и «Биометросанит®» – фирмы ООО БиоХимФарм (РФ), проводили на параналогах коров симментальской и черно-пестрой породы. В опытные группы подбирались животные по принципу аналогов, содержащихся в одинаковых условиях в период опыта и характеру течения беременности и родов. Двум подопытным группам коров с клиническими признаками острого послеродового эндометрита, по 50 голов в каждой применяли внутриматочное введение препаратов «Эндометромаг-Био®» в дозе 0,3 мл на 1 кг массы тела животного, «Биометросанит®» трех супозиториев, все препараты применяли трехкратно с интервалом 24 часа. Группой сравнения служили животные с клиническими признаками острого послеродового эндометрита, которым применяли традиционную антибактериальную терапию.

Цифровой материал подвергали статистической обработке на ПК Pentium с использованием прикладных программ пакета Microsoft Office.

Результаты исследований

По данным проведенных исследований, заболеваемость отелившихся коров эндометритом в среднем составляет 52,45% коров. Среди разновидностей неспецифического воспаления матки у коров доля катарального эндометрита составляет 23,45%, катарально-гнойного – 62,60%, фибринозного эндометрита – 11,32%, некротического метрита 6,6%.

Исследованиями установлено, что у животных, переболевших эндометритом, срок от отела до плодотворного осеменения удлиняется в среднем на 54 дня, а индекс осеменения увеличивается в 1,22 раза, по сравнению с клинически здоровыми коровами. Коровы, имевшие в анамнезе эндометрит бактериальной этиологии, имели срок от отела до плодотворного осеменения 178 дней, что на 107 дней больше, чем

у клинически здоровых коров, а индекс осеменения увеличивается в 2,6 раза.

При микробиологическом исследовании маточного содержимого от 200 животных, больных хроническим эндометритом, выделено 14 видов микроорганизмов, всего 1330 изолята.

У животных, больных острым гнойно-катаральным эндометритом, микрофлору выделяли в ассоциациях у 88,0 % коров, чаще встречались в исследуемом материале следующие виды микроорганизмов: Staph, aureus + E. coli – 24,1 %, Staph, aureus + E. coli + P. mirabilis – 19,5 %, E. coli + P. mirabilis – 15,5 %, K. pneumoniae + Staph, aureus + E. coli – 7,7 %, K. pneumoniae + E. coli – 5,9 %, Str. pyogenes + P. vulgaris + Candida albicans – 5,0 %, Staph, aureus + E. coli + Candida albicans – 5,0 %, Staph, aureus + P. mirabilis + Candida albicans – 4,5 %, E. coli + P. mirabilis + Candida albicans – 2,7 %, E. coli + P. vulgaris + Candida albicans + Aspergillus fumigatus – 2,2 %, Staph, aureus + E. coli + Candida albicans + Aspergillus fumigatus – 2,2 %, Staph, aureus + P. mirabilis + E. coli + Candida albicans + Aspergillus fumigatus + Mucor racemosus – 1,0 %, другие микробные ассоциации – 4,5 % случаев. В монокультуре микрофлору выделяли у 12,0 % коров.

Следовательно, в результате проведенных исследований отмечено, что микрофлора играет большую роль в возникновении воспалительного процесса в половых органах животных. Установлено, что ассоциации культур бактерий могут вызывать воспалительный процесс в родополовом аппарате животных в 25,0…50,0 % случаев, а бактерий и грибов – в 45,0…80,0 % случаев.

В опыте изучена антагонистическая активность по отношению к условно-патогенным микроорганизмам, выделенным из половых органов коров, больных хроническим эндометритом. Штаммы, выделенные в ходе исследования, были патогенны для белых мышей и в 35,0 % случаев образовывали зону гемолиза на кровяном агаре. Для изучения антагонистической активности взяты следующие тест-культуры: E. coli, St. aureus, Kl. pneumoniae, Pr. mirabilis, Pr. vulgaris, Ps. aeruginosa, St. epidermidis, Sh. boudi, Str. piogenes.

Результат учитывали по зоне задержки роста между препаратами «Эндометромаг-Био®», «Биометросанит®» и тест-микробом. По представленным в таблице 1 данным, препарат «Биометросанит®», обладает достаточно высокой антагонистической активностью по отношению к тест-культурам, кроме того, установлено, что при совмещении двух изучаемых препаратов их антагонистическая активность увеличивается. Так, препарат «Биометросанит®» дает зону задержки роста полевого штамма E. coli размером 13,3 мм, препарат «Эндометромаг-Био®» задерживает ее рост на 10,4 мм, а вместе они увеличивают зону задержки роста до 16,4 мм. Аналогичная тенденция наблюдается при действии препаратов на другие тест-культуры: S. aureus, K. pneumoniae, P. mirabilis, P. vulgaris, P. aeruginosa, S. epidermidis, S. boudi, S. piogenes.

Зона задержки роста наблюдалась при взаимодействии препаратов с S. aureus, S. epidermidis, S. piogenes, E. coli, K. pneumoniae, S. boudi и составляла 15,4–19,4 мм. Микробиологический анализ маточного содержимого у коров больных эндометритом показал в 64,5 % случаях выделена микрофлора в монокультуре: Staph, aureus – 35,6 %, E. coli – 34,9 %, Str. pyogenes – 13,9 %, K. pneumoniae – 11,6 %, P. mirabilis – 2,4 %,

Таблица 1 – Определение антагонистической активности сочетаний препаратов «Эндометромаг-Био®», «Биометросанит®»

Тест-микробы	Зона задержки роста, мм		
	«Эндометромаг-Био®»	«Биометросанит®»	«Эндометромаг-Био®» + «Биометросанит®»
E.coli	8,3	12,4	16,4
S. aureus	13,3	11,3	19,4
K. pneumoniae	8,4	10,3	15,4
P. mirabilis	9,2	9,3	10,1
P. vulgaris	7,5	7,2	9,6
P. aeruginosa	11,3	11,5	14,1
S. epidermidis	12,4	11,7	16,2
S. boudi	11,3	10,4	16,6
Str. piogenes	9,3	8,4	15,4

Staph, epi-dermidis – 1,3% Enterobacter aerogenes – 1,3%. У 35,5% животных микрофлора не выделена.

Результаты терапевтической эффективности препаратов «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» представлены в данных таблицы 2.

Установлено, что продолжительность терапии эндометрита препаратом «Эндометромаг-Био®» в виде внутриматочных введений раствора в дозе 150 мл составила 3,43±0,2 дня ($p < 0,01$), против 8,76±0,3 дней в контрольной группе больных животных, которым применяли традиционную антибиотикотерапию. Применение препарата «Биометросанит®» в виде внутриматочных введений составила 3,15±0,1 дня ($p < 0,01$), что на 5,61 дня меньше, чем в группе контрольных животных. Стельность от первого осеменения у коров, подвергнутых внутриматочной обработке препаратом «Эндометромаг-Био®», составила 54,72%, что на 3,61% выше, чем при лечении больных животных контрольной группы. При применении препарата «Биометросанит®» оплодотворяемость от первого осеменения составила 62,98%, что на 14,57% по сравнению с больными животными контрольной группы, которым применяли традиционную антибиотикотерапию.

Дни бесплодия в подопытной группе больных животных, которым вводили препарат «Эндометромаг-Био®», оказались меньше на 23,6 дня ($p < 0,05$), а при применении препарата «Биометросанит®» на 28,1 дня ($p < 0,01$). Соответственно, и индекс осеменения коров увеличивался на 9,14 и 45,7 процентов.

Присутствие антибиотиков в молоке является одним из факторов, определяющих возможность применения препаратов в молочном стаде без сроков ожидания по молоку. Поэтому было проведено экспериментальное исследование на наличие антибактериальных препаратов в молоке. Исследование проводилось до начала введения препаратов, во время лечения и после выздоровления животных. Анализ проводился при помощи BRT теста фирмы AIM, Германия. После однократного и последующих внутриматочных введений препарата «Биометросанит®» в молоке коров больных эндометритом наличие антибиотиков не было обнаружено ни в одной из проб (табл. 3).

После внутриматочного введения препарата «Эндометромаг-Био®» в 65,0% пробах молока были обнаружены антибиотики, что соответствует ограничениям в течение 2 суток.

Выводы

Установлено, что ассоциации культур бактерий могут вызывать воспалительный процесс в родополовом аппарате животных в 25…50% случаев, а бактерий и грибов – в 45…80% случаев. Изучена сравнительная терапевтическая эффективность новых антибактериальных препаратов, в состав которых не входят антибиотики «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®», определена их возможность применения для лечения острого послеродового эндометрита. Терапевтическая эффективность препаратов «Эндометромаг-Био®», «Биометросанит®» при эндометрите составляет 94,72%, по сравнению

Таблица 2 – Сравнительная терапевтическая эффективность препаратов при эндометритах у коров, $\bar{X} \pm S\bar{X}$

Показатели	«Эндометромаг-Био®»	«Биометросанит®»	Отрицательный контроль
Продолжительность лечения, дни	3,43±0,2**	3,15±0,1**	8,76±0,3
Клиническое выздоровление, дни	7,4±0,75*	6,7±0,31**	11,5±0,74
Оплодотворяемость от 1-го осеменения, %	54,72	62,98	48,41

Примечание: *$p < 0,05$, **$p < 0,01$; здесь и далее.

Таблица 3 – Показатели секрета молочной железы у коров, больных эндометритом, до и после применения препаратов «Биометросанит®»

Показатели	До введения	Через 24 часа	Через 48 часов	Через 72 часа	Через 144 часа
«Биометросанит®»					
Тест на антибиотики	–	–	–	–	–
«Эндометромаг-Био®»					
Тест на антибиотики	– –	+ +	+ –	–	–

с аналогичными и близкими по способу введения средствами (89,88 %, 83,5 %). При этом значительно сокращаются дни бесплодия, снижается индекс осеменения, повышается процент стельности от первого осеменения от 54,72; 52,98; 53,5 до 48,4, соответственно применяемым лекарственным средствам «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» и традиционная антибиотикотерапия.

Рекомендации

Терапевтическая эффективность препаратов «Эндометромаг-Био®» и «Биометросанит®» при эндометрите составляет 89,72 % и 90,88 %, соответственно, по сравнению с больными животными контрольной группы. При этом значительно снижается количество животных с неполным восстановлением репродуктивной функции у коров, значительно сокращаются дни бесплодия, снижается индекс осеменения, повышается процент стельности от первого осеменения. Применение препарата «Биометросанит®» для лечения эндометритов не приводит к выбраковке молока из-за нахождения в нем антибиотиков.

Список литературы

1. Feldmann M., Tenhagen genannt Emming S, Hoedemaker M. Treatment of chronic bovine endometritis and factors for treatment success // DTW. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift. 2005. 112(1):10–16.

2. ISheldon I. M., Gregory S. Lewis, Stephen LeBlanc, Robert O. Gilbert Defining postpartum uterine disease in cattle // Theriogenology / Volume 65, Issue 8, May 2006, Pages 1516–1530.

3. Литовченко В. Г. История и направления развития мясного скотоводства в Челябинской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6(50). С. 94–96.

4. Dohmen M.J.W., J.A.C.M. Lohuis, Gy. Huszenicza, P. Nagy, M. Gacs The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis // Theriogenology / Volume 43, Issue 8, June 1995, Pages 1379–1388.

5. Вильвер Д. С., Вильвер А. С. Влияние возраста телок при первом осеменении на воспроизводительные качества коров // АПК России. 2015. Т. 73. С. 151–155.

6. Авдеенко В. С., Жажгалиев Р. Г., Агринская Е. П. Применение препаратов фирмы «Мосагроген» для терапии и профилактики эндрометритов у коров // Вестник Саратовского госагроуниверситета им Н. И. Вавилова. 2011. № 8. С. 9–11.

7. Авдеенко В. С., Агринская Е. П., Жижгалиев Р. Г. Бактериально-микозный фактор в развитии острого послеродового эндометрита у коров // Ветеринарная медицина : матер. межд. науч.-практ. симпозиума. Саратов, 2011. С. 112–114.

8. Дегтярева С. С. Острый послеродовой эндометрит бактериально-микозной этиологии у коров и его фармакотерапия : автореф. дис. … канд. вет. наук. Краснодар, 2008. С. 27.

9. Вильвер Д. С. Влияние паратипических факторов на биохимический и морфологический состав крови коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3(53). С. 137–139.

10. Литовченко В. Г. Гематологические показатели симментальских бычков разных генотипов в условиях Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2(108). С. 18–21.

11. Новикова Е. Н. Фармако-профилактика острых послеродовых эндометритов у коров : автореф. дис. … канд. вет. наук. Краснодар, 2013. С. 27.

12. Bademkiran S., Kurt D., B. Yokus and R. Celik Comparison of Pelargonium sidoides, Placebo and Antibiotic Treatment of Chronic Endometritis in Dairy Cows: A Field Trial // Journal of Animal and Veterinary Advances / 2009/ Volume: 8 / Issue: 4 / Page No.: 788-793.

13. Drillich M., Damaris Raab, Miriam Wittke, Wolfgang Heuwiese Treatment of chronic endometritis in dairy cows with an intrauterine application of enzymes: A field trial // Theriogenology / Volume 63, Issue 7, 15 April 2005, Pages 1811–1823.

14. Морфологические и биохимические показатели крови бычков, полученных в разные сезоны года / О. А. Завьялов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2(85). С. 68–72.

15. Potter T. J., Javier Guitian, John Fishwick, Patrick J. Gordon, I. Martin Sheldon Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle Theriogenology / Volume 74, Issue 1, 1 July 2010, Pages 127–134.

16. Авдеенко В. С., Ляшенко С. Н., Советкин С. В. Совершенствование способов лечения послеродовых эндометритов у коров // Журнал Ветеринарный врач. 2009. № 4. С. 50–52.

17. Авдеенко В. С., Рыхлов А. С., Ляшенко Н. Ю. Терапия эндометрита у коров после отела антибактериальными препаратами без применения антибиотиков // Проблемы и пути

развития ветеринарии высокотехнологичного животноводства : матер. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию ГНУ ВНИВИПФиТ Россельхозакадемии. Воронеж, 2015. С. 19–22.

18. Chauhan S. S. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium / Surinder S. Chauhan, Pietro Celi, Eric N. Ponnampalam, Brian J. Leury, Fan Liu and Frank R. Dunshea // Animal Production Science / 54(10), August, 2014, Pages 1525–1536.

19. Вильвер Д. С. Анализ воспроизводительной способности коров разного возраста в зависимости от влияния паратипических факторов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4(54). С. 104–107.

Ляшенко Надежда Юрьевна, аспирант кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

E-mail: avdeenko8686@mail.ru.

Авдеенко Владимир Семенович, д-р вет. наук, профессор кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

E-mail: avdeenko8686@mail.ru.

Молчанов Алексей Вячеславович, д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология производства и переработки продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

E-mail: molchanov_av@mail.ru.

Родионова Тамара Николаевна, д-р биол. наук, профессор кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

E-mail: molchanov_av@mail.ru.

* * *

УДК 633.491:631.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАУКОНИТА ПОД КАРТОФЕЛЬ

А. А. Васильев, Н. В. Глаз, А. К. Горбунов

Глауконiты – существенный резерв местных природных удобрений, обладающих ионообменными, буферными и сорбционными свойствами. Целью исследований являлось изучение влияния различных агротехнических приемов на эффективность применения глауконита под картофель в условиях лесостепной зоны Южного Урала. Полевые исследования показали, что эффективность локального предпосадочного внесения глауконитового концентрата в дозе 2 т/га в значительной степени связана с выбором сорта, уровнем минерального питания и густотой посадки картофеля. Этот прием обеспечивает существенное повышение урожайности раннего сорта Розара (прибавку урожая – 3,28 т/га или 11,2 % к контролю), но не влияет на уровень продуктивности среднеспелого сорта Кузовок (–0,30 т/га). Эффективность применения глауконита под картофель возрастает по мере повышения уровня питания и густоты посадок. Наибольшая прибавка урожая сорта Розара отмечалась при загущенной схеме посадки (75×19 см) на фоне внесения удобрений в расчете на планируемый урожай 40 т/га – 5,13 т/га, что было на 25,8 % больше, чем при разреженной посадке (75×27 см) на фоне естественного плодородия (без удобрений). У сорта Кузовок наибольшая отзывчивость на внесение глауконита отмечена при поздней загущенной посадке на фоне NPK в расчете на урожай 40 т/га с заделкой клубней на глубину 10–12 см – 6,55 т/га. Эффект от внесения глауконита под ранний сорт Розара увеличивался при первом сроке посадки (15 мая), где прибавка урожая (3,82 т/га) была в 1,4 раза больше, чем при поздней посадке (2,74 т/га). У среднеспелого сорта Кузовок глауконит обеспечивал прибавку урожая только при позднем сроке посадки (1,37 т/га). Заделка семенных клубней сорта Розара на глубину 10–12 см увеличивала прибавку урожая от глауконита в 1,2 раза при первом сроке посадки (с 3,48 до 4,17 т/га) и в 1,4 раза – при втором (с 2,25 до 3,23 т/га) по сравнению с мелкой посадкой (на 5–6 см); а сорта Кузовок – с 1,36 до 4,61 т/га при поздней загущенной посадке.

Ключевые слова: картофель, сорт, глауконит, урожайность, минеральное питание, густота посадки, сроки посадки.

Глауконит – широко распространенный (его запасы оцениваются в 35,7 млрд т) природный минерал, содержащийся в осадочных породах [1]. Обладает рядом универсальных полезных свойств: высокие ионообменные, буферные и сорбционные свойства. Глауконит способен поглощать и нейтрализовывать тяжелые металлы и радионуклиды, одновременно снабжая растения калием и микроэлементами [2–4]. Такие свойства глауконита позволяют активно применять его в сельском хозяйстве в качестве калийного удобрения пролонгированного действия.

Исследованиями 1999–2003 гг. установлено, что глауконитовые пески Каринского месторождения пригодны для использования в качестве удобрения картофеля без предварительной подготовки. В лесостепи Южного Урала оптимальной нормой их применения была признана доза 10 т/га на фоне азотно-фосфорных минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}$) [5]. О возможности использования глауконитовых песков этого месторождения для улучшения свойств почвы и повышения урожайности культурных растений сообщают и другие исследователи [6–9].

Опыты 2004–2006 гг. показали, что внесение глауконитовых песков в дозе 40 т/га улучшает режим минерального питания (вынос азота с 1 га увеличивался на 6,2–15,6 %, фосфора –

на 12,2–18,0 %, калия – на 14,1–14,5 %), а как следствие обеспечивает рост урожайности картофеля на 4,69–8,61 т/га (10–22 %) к контролю [10].

Локальное предпосадочное внесение глауконитового концентрата в дозе 2 т/га в исследованиях 2007–2009 гг. повышало урожайность картофеля сорта Губернатор – на 4,04 т/га (12,1 %), Спиридон – на 3,55 т/га (8,7 %), Невский – на 3,48 т/га (9,2 %) по сравнению с контролем [11]. Тогда как у сорта Память Коваленко прибавка урожая от глауконита в среднем за 3 года была недостоверной (1,98 т/га или 6,8 % к контролю). Очевидно, эффект от применения глауконита под картофель в определенной степени зависит от генотипа и приемов агротехники.

Цель исследований – изучить влияние различных агротехнических приемов на эффективность применения глауконита под картофель в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2014–2015 гг. на опытном поле института по методу расщепленных делянок в четырехкратной повторности. Учетная площадь опытной делянки – 27 м^2. Размещение делянок в повторениях систематическое. Обработку данных проводили методом многофакторного дисперсионного анализа [12]. Предшественник картофеля – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) – 6,1 %, P_2O_5 (по Чирикову) – 12,4 мг/100 г, K_2O (по Чирикову) – 20,2 мг/100 г почвы; pH_{KCl} – 5,1.

Схема опыта

Фактор A – глауконит: 1. Без глауконита (контроль); 2. Глауконитовый концентрат в дозе 2 т/га (локально).

Фактор B – срок посадки: 1. Первый (15 мая); 2. Второй (29 мая).

Фактор C – глубина посадки: 5–6 см (мелкая); 10–12 см (глубокая).

Фактор D – схема посадки: 1. 75×27 см; 2. 75×19 см.

Фактор E – уровень питания: 1. Без удобрений (контроль); 2–3. Минеральные удобрения в расчете на программируемую урожайность 25 т/га ($N_{77}P_{62}K_{85}$) и 40 т/га ($N_{158}P_{170}K_{245}$).

Фактор F – сорт: 1. Розара (ранний); 2. Кузовок (среднеспелый).

Исследования проводили на двух сортах картофеля: Розара (ранний) и Кузовок (среднеспелый). Агротехника картофеля общепринятая для зоны. Фракция семенного материала – 50–80 г. Норму удобрений устанавливали расчетно-балансовым методом с учетом содержания и коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений. В среднем за 2 года в расчете на урожай 25 т/га с учетом почвенного плодородия участка она составила $N_{77}P_{62}K_{85}$ (в 2014 г. – $N_{58}P_{45}K_{77}$, в 2015 г. – $N_{96}P_{79}K_{92}$), а на урожай 40 т/га – $N_{177}P_{187}K_{253}$ (в 2014 г. – $N_{158}P_{170}K_{245}$, в 2015 г. – $N_{196}P_{204}K_{260}$). Удобрения (нитроаммофоску 16:16:16, аммиачную селитру, двойной суперфосфат и сульфат калия) вносили весной под предпосадочную обработку почвы.

Метеорологические условия в годы исследований были благоприятными для возделывания картофеля. По величине гидротермического коэффициента вегетационный период характеризовались как достаточно-влажные (ГТК = в 2014 году 1,30, в 2015 году – 1,54). Отсутствие осадков в сентябре создавало благоприятные условия для ведения уборочных работ.

Результаты и их обсуждение

Эффективность локального применения глауконита в дозе 2 т/га под картофель в значительной степени зависела от генотипа, уровня минерального питания и густоты посадки. Так, растения раннего сорта Розара имели высокую отзывчивость на внесение глауконита: в среднем по опыту прибавка составила 3,28 т/га (11,2 %) (табл. 1). Тогда как у среднеспелого сорта Кузовок прибавки урожая в целом по опыту не зафиксировано (–0,30 т/га) (табл. 2). По нашему мнению, это связано с разной продолжительностью вегетации изучаемых сортов, а как следствие с различной обеспеченностью картофеля факторами жизни, что и определило их разную реакцию на применение глауконита. Как известно, эффективность этого минерала в определенной степени связана с влагообеспеченностью периода клубнеобразования [5].

Эффект от использования глауконита возрастал по мере повышения уровня минерального питания и густоты посадки картофеля. Так, на фоне естественного плодородия этот прием обеспечивал прибавку урожая сорта Розара в среднем 1,52 т/га, на фоне удобрений в расчете на планируемую урожайность 25 и 40 т/га ее величина возрастала в 2,3 (3,50 т/га) и 3,2 раза (4,83 т/га) соответственно. Наибольший прирост урожая от глауконита зафиксирован в варианте загущенной посадки (75×19 см) на повышенном фоне минерального питания –

5,13 т/га. По нашему мнению, это объясняется поглотительными и ионообменными свойствами глауконита, которые стимулируют минеральное питание картофеля [7–9].

При загущенной схеме посадки глауконит достоверно увеличивал урожайность среднеспелого сорта Кузовок в вариантах внесения удобрений в расчете на урожай 25 и 40 т/га – на 1,37 и 1,30 т/га соответственно.

Увеличение глубины заделки семенных клубней сорта Розара с 5–6 до 10–12 см сопровождалось ростом прибавки урожая от глауконита с 3,48 до 4,17 т/га при первом сроке посадки и с 2,25 до 3,23 т/га – при втором, тогда как у сорта Кузовок с 1,36 до 4,61 т/га (при загущенной поздней посадке).

Эффективность внесения глауконита при возделывании раннего сорта Розара увеличивалась при посадке 15 мая, когда прибавка урожая составила в среднем 3,82 т/га, что было в 1,4 раза больше, чем при поздней посадке. У среднеспелого сорта Кузовок, наоборот,

Таблица 1 – Влияние глауконита на урожайность картофеля сорта Розара в зависимости от приемов агротехники (в среднем за 2014–2015 гг.), т/га

Глауконит (A)	Срок посадки (B)	Глубина посадки (C)	Схема посадки (D)	Уровень питания на планируемую урожайность (E)			**Среднее по E**
				Без удобрений	25 т/га	40 т/га	
Без глауконита (контроль)	15 мая	5–6 см	75×27 см	21,72	27,71	35,95	**28,46**
			75×19 см	25,36	36,50	42,23	**34,70**
		Среднее по C		**23,54**	**32,11**	**39,09**	**31,58**
		10–12 см	75×27 см	20,99	28,48	33,72	**27,73**
			75×19 см	20,91	34,23	41,01	**32,05**
		Среднее по C		**20,95**	**31,35**	**37,37**	**29,89**
	Среднее по B			**22,25**	**31,73**	**38,23**	**30,73**
	29 мая	5–6 см	75×27 см	17,45	24,76	30,41	**24,21**
			75×19 см	20,42	30,72	35,49	**28,88**
		Среднее по C		**18,94**	**27,74**	**32,95**	**26,54**
		10–12 см	75×27 см	19,45	28,68	33,04	**27,06**
			75×19 см	23,56	29,63	38,51	**30,57**
		Среднее по C		**21,51**	**29,15**	**35,77**	**28,81**
	Среднее по B			**20,22**	**28,45**	**34,36**	**27,68**
Среднее по A				21,23	30,09	36,29	29,21
Глауконит, 2 т/га	15 мая	5–6 см	75×27 см	25,83	34,57	41,58	**33,99**
			75×19 см	22,45	39,35	46,56	**36,12**
		Среднее по C		**24,14**	**36,96**	**44,07**	**35,06**
		10–12 см	75×27 см	20,71	32,18	39,95	**30,95**
			75×19 см	25,65	38,20	47,68	**37,18**
		Среднее по C		**23,18**	**35,19**	**43,82**	**34,06**
	Среднее по B			**23,66**	**36,07**	**43,94**	**34,56**
	29 мая	5–6 см	75×27 см	18,99	27,88	33,59	**26,82**
			75×19 см	21,18	32,21	38,86	**30,75**
		Среднее по C		**20,09**	**30,05**	**36,23**	**28,79**
		10–12 см	75×27 см	22,38	28,95	36,08	**29,14**
			75×19 см	24,86	35,37	44,64	**34,95**
		Среднее по C		**23,62**	**32,16**	**40,36**	**32,05**
	Среднее по B			**21,85**	**31,10**	**38,29**	**30,42**
Среднее по A				**22,76**	**33,59**	**41,12**	**32,49**
Без глауконита			75×27 см	19,90	27,41	33,28	**26,86**
			75×19 см	22,56	32,77	39,31	**31,55**
Среднее по D				**21,23**	**30,09**	**36,29**	**29,21**
Глауконит, 2 т/га			75×27 см	21,98	30,89	37,80	**30,22**
			75×19 см	23,53	36,28	44,44	**34,75**
Среднее по D				**22,76**	**33,59**	**41,12**	**32,49**
$НСР_{05}$ = 3,36; $НСР_{05}$ (A, B, C, D) = 0,69; $НСР_{05}$ (E) = 0,84							

прибавка урожая от глауконита получена только при посадке 29 мая – 1,37 т/га, тогда как при перовом сроке посадки глауконит не давал эффекта.

Многофакторный анализ показал, что урожайность картофеля зависит в основном от уровня минерального питания (вклад фактора – 62,4 %), затем от густоты (14,1 %) и срока посадки (7,9 %), генотипа (5,2 %), применения глауконита (1,3 %), взаимодействия факторов BC (срок и глубина посадки – 2,2 %) и AF (глауконит и сорт – 1,0 %). Тогда как вклад глубины посадки в варьирование урожайности был недостоверным (0,1 %).

Учитывая разную реакцию сортов, был проведен многофакторный дисперсионный анализ экспериментальных данных с учетом генотипа, который показал, что урожайность сорта Розара определяется в первую очередь уровнем минерального питания (вклад фактора – 62,9 %), затем густотой (14,1 %) и сроком посадки (8,6 %), достоверно зависит от внесения глауконита (7,1 %), и взаимодействия факторов BC (срок и глубина посадки – 2,7 %) и DE (густота посадки и уровень питания – 1,0 %). Тогда как у сорта Кузовок урожай клубней с 1 га зависит главным образом от уровня питания (68,7 %),

Таблица 2 – Влияние глауконита на урожайность картофеля сорта Кузовок в зависимости от приемов агротехники (в среднем за 2014–2015 гг.), т/га

Глауконит (A)	Срок посадки (B)	Глубина посадки (C)	Схема посадки (D)	Уровень питания на планируемую урожайность (E)			**Среднее по E**
				Без удобрений	25 т/га	40 т/га	
Без глауконита (контроль)	15 мая	5–6 см	75×27 см	23,97	38,36	45,51	**35,95**
			75×19 см	29,32	41,72	50,03	**40,36**
		Среднее по C		**26,64**	**40,04**	**47,77**	**38,15**
		10–12 см	75×27 см	24,30	32,43	40,16	**32,30**
			75×19 см	27,60	40,42	44,83	**37,62**
		Среднее по C		**25,95**	**36,42**	**42,50**	**34,96**
	Среднее по B			**26,30**	**38,23**	**45,13**	**36,55**
	29 мая	5–6 см	75×27 см	21,68	31,07	37,01	**29,92**
			75×19 см	23,07	32,69	42,08	**32,62**
		Среднее по C		**22,38**	**31,88**	**39,55**	**31,27**
		10–12 см	75×27 см	20,87	31,77	37,67	**30,10**
			75×19 см	22,42	34,54	40,55	**32,50**
		Среднее по C		**21,64**	**33,15**	**39,11**	**31,30**
	Среднее по B			**22,01**	**32,52**	**39,33**	**31,28**
Среднее по A				24,15	35,38	42,23	33,92
Глауконит, 2 т/га	15 мая	5–6 см	75×27 см	23,65	31,73	37,98	**31,12**
			75×19 см	28,76	43,26	45,57	**39,19**
		Среднее по C		**26,20**	**37,49**	**41,77**	**35,16**
		10–12 см	75×27 см	23,00	31,87	39,07	**31,32**
			75×19 см	25,34	38,74	46,10	**36,72**
		Среднее по C		**24,17**	**35,30**	**42,58**	**34,02**
	Среднее по B			**25,19**	**36,40**	**42,18**	**34,59**
	29 мая	5–6 см	75×27 см	19,89	31,27	35,09	**28,75**
			75×19 см	22,72	35,27	43,94	**33,98**
		Среднее по C		**21,31**	**33,27**	**39,51**	**31,36**
		10–12 см	75×27 см	21,81	31,81	38,77	**30,80**
			75×19 см	26,63	37,61	47,10	**37,11**
		Среднее по C		**24,22**	**34,71**	**42,93**	**33,95**
	Среднее по B			**22,76**	**33,99**	**41,22**	**32,66**
Среднее по A				**23,98**	**35,19**	**41,70**	**33,62**
Среднее по D	Без глауконита		75×27 см	22,70	33,41	40,09	**32,07**
			75×19 см	25,60	37,34	44,37	**35,77**
	Глауконит, 2 т/га		75×27 см	22,09	31,67	37,73	**30,50**
			75×19 см	25,86	38,72	45,68	**36,75**
$НСР_{05}$ = 3,93; $НСР_{05}$ (A, B, C, D) = 0,80; $НСР_{05}$ (E) = 0,98							

густоты (15,5%) и срока посадки (8,1%), взаимодействия факторов АВ (глауконит и срок посадки – 1,7%) и ВС (срок и глубина посадки – 1,8%) и не зависит от глауконита (0,1%).

Результаты исследований подтверждают эффективность применения глауконита под картофель. Однако результативность однократного внесения глауконита должна оцениваться с учетом эффекта последействия. Нашими исследованиями в 2015 году было также установлено свойство глауконита кумулировать элементы питания за счет процессов обменной адсорбции, что обеспечивало бездефицитное азотное питание. Для зональных почв Южного Урала характерно достаточно высокое общее содержание азота в почве при его низкой доступности растениям. Задача оптимизации азотного питания может быть решена за счет внесения в почву глауконита, насыщенного элементами питания [12].

Выводы

1. Выбор сорта картофеля оказывает существенное влияние на результативность локального применения глауконита. Так, внесение его в дозе 2 т/га увеличивало урожайность раннего у сорта Розара в среднем за 2014–2015 гг. на 3,28 т/га (11,2%) по сравнению с контролем и не влияло на продуктивность среднеспелого сорта Кузовок (–0,30 т/га).

2. Эффективность применения глауконита под картофель возрастает по мере повышения уровня минерального питания и загущения посадок. Наибольшая прибавка урожая сорта Розара отмечалась при загущенной схеме посадки (75×19 см) на фоне внесения минеральных удобрений в расчете на планируемую урожайность 40 т/га – 5,13 т/га, что было на 25,8% больше, чем при разреженной посадке (75×27 см) на фоне естественного плодородия (без удобрений). У сорта Кузовок наибольшая прибавка урожая от внесения глауконита зафиксирована при поздней загущенной посадке на фоне удобрений, рассчитанных на урожай 40 т/га, с заделкой клубней на глубину 10–12 см – 6,55 т/га.

3. С увеличением глубины заделки семенных клубней прибавка урожая от глауконита возрастает: у сорта Розара с 3,48 до 4,17 т/га при первом сроке посадки и с 2,25 до 3,23 т/га – при втором, а у сорта Кузовок – с 1,36 до 4,61 т/га при загущенной посадке 29 мая.

4. Первый срок посадки (15 мая) раннего сорта Розара увеличивал эффект от внесения глауконита, обеспечивая прибавка урожая в среднем 3,82 т/га, что было в 1,4 раза больше, чем при поздней посадке (2,74 т/га). У среднеспелого сорта Кузовок глауконит обеспечивал прибавку урожая, наоборот, при позднем сроке посадки (в среднем 1,37 т/га).

5. При разработке технологий использования глауконита важно осуществить подбор наиболее отзывчивых на его применение сортов и разработать приемы сортовой агротехники, обеспечивающие наибольшую эффективность использования этого минерала.

6. При оценке эффективности удобрений на основе глауконита необходимо учитывать эффективное последействие минерала в качестве ионообменника.

Список литературы

1. Дистанов У. Г., Конюхова Т. П. Природные сорбенты и охрана окружающей среды // Химизация сельского хозяйства. 1990. № 9. С. 34–39.

2. Агрохимическая оценка глауконитовых песков / Я. Л. Кривопуст [и др.] // Химизация сельского хозяйства. 1991. № 8. С. 21–25.

3. Григорьева Е. А. Сорбционные свойства глауконита Каринского месторождения : автореф. дис. … канд. хим. наук. Челябинск, 2004. 18 с.

4. Силков С. И. Влияние приемов мелиорирования и способов обработки почвы на повышение плодородия и снижение негативного влияния тяжелых металлов на растения : автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Курган, 2004. 17 с.

5. Васильев А. А. Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Аграрный вестник Урала. 2009. № 6. С. 35–37.

6. Применение глауконита и отходов производства для повышения плодородия земель / И. П. Добровольский, И. С. Ивин, Н. Т. Шеремет, В. В. Шурупов // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель : сб. науч.-пр. конференции. Челябинск, 2003. С. 35–40.

7. Синявский В. А., Синявский И. В. Физико-химическая и агрохимическая оценка глауконита как удобрения и мелиоранта загрязненных земель // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель : сб. докл. науч.-пр. конференции. Челябинск, 2003. С. 32–34.

8. Синявский И. В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов лесостепного Зауралья. Челябинск : ЧГАУ, 2001. 275 с.

9. Васильев А. А., Уфимцева Л. В., Глаз Н. В. Эффективность фолиарного применения модифицированной вытяжки глауконита на культуре

картофеля // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля : сб. науч. трудов / ФГБНУ ЮУНИИСК. Челябинск, 2015. Т. 17. С. 245–252.

10. Васильев А. А. Влияние глауконита на поступление азота, фосфора и калия в растения картофеля // Агрохимия. 2014. № 8. С. 40–49.

11. Васильев А. А. Эффективность применения глауконитового концентрата при выращивании картофеля на Южном Урале // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 3. С. 39–41.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

13. Усовершенствовать технологии производства высококачественного посадочного материала плодово-ягодных культур на основе применения новых подвоев, регуляторов роста, оптимизации водного режима и минерального питания растений : отчет о НИР (промежуточ.): 0770-2014-0006 / ФГБНУ ЮУНИИСК; рук. Н. В. Глаз ; исполн. Л. В. Уфимцева [и др.]. Челябинск, 2015. 75 с. № ГР 114121670047.

Васильев Александр Анатольевич, д-р с.-х. наук, ученый секретарь, ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства».

E-mail: Vasiliev@chel-potatoes.ru.

Глаз Николай Владимирович, канд. с.-х. наук, зав. отделом садоводства, ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства».

E-mail: gardener@chel-potatoes.ru.

Горбунов Анатолий Константинович, зав. лабораторией элитного семеноводства картофеля, ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства».

E-mail: nauka@chel-potatoes.ru.

* * *

УДК 664.692.001.25

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Д. Р. Аптрахимов, М. Р. Мардар, Ф. Х. Смольникова, Е. С. Вайскробова

Производство макаронных изделий является одной из самых востребованных отраслей пищевой промышленности, которая наращивает объемы производства, внедряя новые перспективные направления в области «инноваций». Соблюдение технологии, выполнение требований предупредительных и корректирующих действий позволяет выпускать макаронные изделия в соответствии с актуальными требованиями технического регулирования. Приведена методология оценки безопасности производства макаронных изделий на основе принципов ХАССП. При внедрении в производство макаронных изделий нового композиционного состава необходимо разработать комплекс мероприятий по обеспечению пищевой безопасности. На основе наших исследований были предложены макаронные изделия на основе пшеничной, гречневой и льяной муки. Разработанная рецептура соответствует актуальным требованиям нутрициологии. Предложена модифицированная технология производства новых макаронных изделий. При анализе технологии производства макаронных изделий нового состава предложены контрольные критические точки: входной контроль; хранение; замес, прессование; процесс сушки; фасовка. На каждой контрольной точке представлены опасные факторы и предупреждающие действия. В результате разработки и внедрения предупреждающих действий гарантируется безопасность макаронных изделий. Риск возникновения опасности значительно снижается.

Ключевые слова: анализ риска, макаронные изделия, опасный фактор, предупреждающие действия.

Макаронные изделия – одни из наиболее распространенных пищевых продуктов в рационе потребителей [1, 8, 9]. За последние десять лет производство макаронных изделий выросло на 50%. За счет того, что данный продукт питания является популярным среди всего населения нашей страны, остается такая задача – сделать его безопасным для потребления. Для достижения этой цели была разработана система ХАССП. Система ХАССП получила всемирное признание и широкое применение в производственной практике [3–5, 10]. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» начал действовать в июле 2013 года [7]. Согласно его основным положениям, предприятия государств, входящих в ТС – России, Казахстана и Беларуси, должны разрабатывать и внедрять на своем производстве принципы ХАССП – системы, подразумевающей управление факторами, тем или иным образом влияющими на безопасность товаров продуктовой группы. Сегодня данная система действует во всех странах ЕС, а также в Австралии, Канаде и США и др. странах [11–13]. С 15 февраля 2015, если предприятие, не имея системы контроля ХАССП, выпустит пищевую продукцию, на руководителя будет наложено административное наказание в соответствии с Кодексом РФ

«Об административных правонарушениях» № 195-ФЗ, а именно по статье 14.43. Повторное совершение указанного административного правонарушения в течение года влечет наложение административного штрафа, в том числе на юридических лиц – от 700 тыс. руб. до 1 млн руб. с конфискацией предметов административного правонарушения, либо административное приостановление деятельности на срок до девяноста суток с конфискацией предметов административного правонарушения. Благодаря таким действиям, сокращаются риски при производстве пищевых продуктов, что является основной задачей.

Все известные риски на предприятиях по производству макаронных изделий делят на три группы: биологические, химические и физические.

Биологические риски включают в себя риски, возникающие в результате действия живых организмов, в том числе микроорганизмов (Salmonella и др.), простейших, паразитов и т. д., их токсинов и продуктов жизнедеятельности [6].

Химические риски можно разделить в зависимости от источника происхождения на три группы:

– ненамеренно попавшие в пищу химикаты;

– естественно возникающие факторы риска. Продукты растительного, животного или микробного метаболизма, например афлатоксины;

– намеренно добавляемые в пищу химикаты. Консерванты, кислоты, пищевые добавки, вещества, способствующие облегчению переработки и т. д.

Физические риски связаны с наличием любого физического материала, который в естественном состоянии не присутствует в пищевом продукте и который может вызвать заболевание или причинить вред лицу, употребившему данный пищевой продукт (стекло, металл, пластик и др.

Основными элементами функционирования и улучшения системы ХАССП, являются корректирующие действия (КД) и предупреждающие действия (ПД). Их необходимо планировать на основе проведенных технических аудитов, инспекционного обследования, экспертных оценок текущего и прогнозируемого состояния объекта и направлять на устранение причин возникновения несоответствий и потенциальных опасностей [5, 14].

Материалы и методы

Определение критических контрольных точек и опасных факторов при производстве макаронных изделий проводили согласно ГОСТ Р 51705.4–2001.

Результаты исследований

При внедрении в производство макаронных изделий нового композиционного состава необходимо разработать комплекс мероприятий по обеспечению пищевой безопасности.

На основе наших исследований были предложены макаронные изделия, содержащие пшеничную муку и питьевую воду, дополнительно содержащие гречневую и льняную муку, а также премикс. Разработанная рецептура соответствует актуальным требованиям нутрициологии. Предложена модифицированная технология производства новых макаронных изделий (рис. 1).

Рис. 1. Технологическая схема производства макаронных изделий нового композиционного состава

При анализе технологии производства макаронных изделий нового состава нами определено восемь контрольных критических точек (ККТ):

– ККТ 1. Входной контроль продовольственного сырья (муки);

– ККТ 2. Входной контроль тары и упаковка;

– ККТ 3. Хранение продовольственного сырья;

– ККТ 4. Хранение тары и упаковки;

– ККТ 5. Замес, прессование;

– ККТ 6. Процесс сушки;

– ККТ 7.Фасовка;

– ККТ 8. Хранение готовой продукции.

Анализ контрольных точек на линии производства макаронных изделий нового композиционного состава представлен в таблицах 1–7.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при осуществлении входного контроля продовольственного сырья (мука пшеничная; мука макаронная из твердых сортов пшеницы (дурум) «Особая» высший сорт; мука 2-го сорта из твердых пшениц для макаронных изделий; мука гречневая; мука льняная) представлены в таблице 1.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при осуществлении входного контроля тары и упаковки представлены в таблице 2.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении продовольственного сырья представлены в таблице 3.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении тары и упаковке представлены в таблице 4.

Таблица 1 – ККТ 1. Входной контроль продовольственного сырья (муки)

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Отсутствие сопроводительных документов	Контроль ИЦ (испытательного центра), при отсутствии ставится в известность поставщик
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предотвращению попадания посторонних предметов и схемы входного и производственного контроля

Таблица 2 – ККТ 2. Входной контроль тары и упаковки

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Отсутствие сопроводительных документов	Контроль ИЦ, при отсутствии ставится в известность поставщик
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Контроль ИЦ, при обнаружении принятие дальнейшего решения (схема входного и производственного контроля)
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предупреждению попадания посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы

Таблица 3 – ККТ 3. Хранение продовольственного сырья

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Контроль ИЦ, при обнаружении принятие дальнейшего решения (схема входного и производственного контроля)
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции по предупреждению попадания посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Срок хранения/годности	Визуальная оценка, акт забраковки, принятие дальнейшего решения
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе; соблюдение санитарных требований и норм при хранении
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы

Нами предложена ККТ 5 «Замес, прессование». При замесе и прессовании макаронного теста единственным учитываемым опасным фактором является массовая доля влаги. Предупреждающим действием этого фактора служит соблюдение технологических параметров, контроль со стороны ИЦ.

При осуществлении процесса сушки макаронных изделий (ККТ 6. Процесс сушки) предлагаем учесть несколько опасных факторов: массовая доля влаги; температура и относительная влажность окружающей среды при хранении. Предупреждающим действием при выявлении фактора «массовая доля влаги» явля-

Таблица 4 – ККТ 4. Хранение тары и упаковки

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Температура и относительная влажность окружающей среды при хранении	Соблюдение требований к условиям хранения
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Атмосферные осадки	Ежесменный визуальный осмотр, проведение своевременных ремонтных работ
Срок хранения/годности	Соблюдение условий хранения
Наличие пыли	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе; соблюдение санитарных требований и норм при хранении

Таблица 5 – ККТ 7. Фасовка

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Массовая доля влаги	Соблюдение технологических параметров, контроль со стороны ИЦ
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции попаданию посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Смывы	Соблюдение санитарных требований и норм при хранении

Таблица 6 – ККТ 8. Хранение готовой продукции

Учитываемый опасный фактор	Предупреждающие действия
Отсутствие сопроводительных документов	Ставится в известность ИЦ
Массовая доля влаги	Направление на сушку (схема входного и производственного контроля)
Температура и относительная влажность окружающей среды при хранении	Соблюдение требований к условиям хранения
Пыль, в том числе зерновая	Соблюдение санитарных требований, условий хранения
Металломагнитная примесь	Производственный контроль, подача сырья только после разрешения ИЦ
Вредители хлебных запасов	Механическая очистка, ежемесячный мониторинг по наличию зараженности
Птицы, грызуны и отходы их жизнедеятельности	Своевременное проведение дезинсекции, дератизации, контроль
Посторонние предметы	Соблюдение требований инструкции попаданию посторонних предметов схемы входного и производственного контроля
Атмосферные осадки	Ежесменный, ежемесячный визуальный осмотр
Срок хранения/годности	Срок хранения/годности
Наличие микроорганизмов: БГКП, дрожжи, КМАФАнМ	Проверка по производственной программе
Повышение ОМЧ в воздухе	Механическая очистка, соблюдение санитарной программы
Смывы	Соблюдение санитарных требований и норм при хранении

ется соблюдение технологических параметров и контроль со стороны ИЦ, а при опасном факторе «температура и относительная влажность окружающей среды при хранении» является соблюдение требований к условиям хранения.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при фасовке готовой продукции (принятие решения о виде, форме фасовки, проверка качества упаковки, проверка веса единичной упаковки, отпуск на склад) представлены в таблице 5.

Учитываемые опасные факторы и предупреждающие действия при хранении готовой продукции представлены в таблице 6.

Рекомендации

Для снижения риска производства продукта ненадлежащего качества нужно при производстве руководствоваться требованиями ТР ТС 021/2011 и выполнять следующие рекомендации.

Мука (пшеничная, гречневая, льняная) должна соответствовать органолептическим и физико-химическим показателям. Порядок и периодичность контроля за содержанием токсичных элементов, микотоксинов, нитратов, радионуклидов, ГМО, вредной примеси, пестицидов, зараженности и загрязненности в муке устанавливает изготовитель в программе производственного контроля, утвержденной уполномоченными органами в установленном порядке. Все дополнительное сырье подвергают входному контролю на соответствие сопроводительным документам и требованиям нормативной и технической документации.

Вода должна быть прозрачной, без посторонних запахов, не содержать органических примесей, для замеса макаронного теста можно использовать питьевую воду в соответствовии требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Упаковочные материалы должны быть:

– разрешены для контакта с пищевыми продуктами;

– обладать свойствами, обеспечивающими сохранность продукции в процессе хранения, перевозки и реализации в течение установленного срока годности продукции при соблюдении установленных режимов;

– не изменять показатели качества и органолептические свойства продукта.

В результате разработки и внедрения предупреждающих действий гарантируется безопасность макаронных изделий. Риск возникновения возможной опасности значительно снижается, т.к. своевременное принятие решений на возникновение опасности и предотвращение ее распространение по заранее разработанной программе.

Список литературы

1. Аптрахимов Д. Р., Ребезов М. Б. Обзор рынка макаронных изделий // Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. 2014. № 2(3). С. 116–118.

2. Аптрахимов Д. Р., Ребезов М. Б., Смольникова Ф. Х. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) // Молодой ученый. 2015. № 13. С. 90–92.

3. Акименко Е. А. Внедрение системы управления безопасностью пищевой продукции // Стандарты и качество. 2008. № 2. С. 90–92.

4. Аршакуни В. Л. От системы ХАССП – к системе менеджмента безопасности пищевой продукции по ИСО 22000 // Стандарты и качество. 2008. № 2. С. 88–89.

5. Бабийчук О. Л., Вытовтова Н. Ю., Капитонова В. О. Совершенствование системы контроля на основе анализа рисков и критических контрольных точек // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. : Техника и технологии. 2013. № 1. С. 120–126.

6. Толстова Е. Г. Система ХАССП как методологическая основа обеспечения безопасности продуктов питания // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 1(29). С. 130–133.

7. Дранкова Н. А., Сопин В. Ф. ХАССП в современной ситуации, после вступления России в Таможенный союз и ВТО // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 6. С. 233–236.

8. Корячкина С. Я., Осипова Г. А. Макаронные изделия: способы повышения качества и пищевой ценности. Орел : Труд, 2006. 276 с.

9. Разработка макаронных изделий лечебно-профилактического назначения / С. Петрухин [и др.] // Хлебопродукты. 2000. № 2. С. 24–26.

10. Интегрированные системы менеджмента качества на предприятиях пищевой промышленности / М. Б. Ребезов [и др.]. Магнитогорск, 2009.

11. Al-Kandari D., Jukes D.J. Incorporating HACCP into national food control systems – analyzing progress in the united arab emirates // Food Control. 2011. Т. 22. № 6. P. 851–861.

12. Bob Mitchell. How to HACCP // British Food Journal. 1992. Т. 94. № 1.

13. Norton Ch. HACCP – developing and verifying a flow diagram for food production / Ch. Norton // Food Management. 2003. № 5. P. 8081.

14. Norton Ch. Some other common hazards: HACCP step-by-step--part VII // Food Management. 2002. Т. 37. № 10. P. 70.

Аптрахимов Денис Рафаилович, аспирант, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: Aptrahimov_Denis@mail.ru.

Мардар Марина Ромиковна, д-р техн. наук, профессор, Одесская национальная академия пищевых технологий.

E-mail: marina_mardar@mail.ru.

Смольникова Фарида Харисовна, канд. техн. наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента), Государственный университет имени Шакарима, г. Семей.

E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

Вайскробова Евгения Сергеевна, канд. техн. наук, доцент, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова.

E-mail: pbio@ya.ru.

* * *

УДК 543.068.8:637.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ МЯСОПРОДУКТОВ

В. И. Боган, А. М. Чупракова, Н. Н. Максимюк

Целью работы является внедрение новых экспресс методов определения токсичных веществ, гарантирующих точность измерений содержания определяемых веществ в исследуемых объекте и оценки показателей безопасности мясопродуктов. Внедрение модифицированного потенциометрического метода для определения содержания ионов токсичных элементов за пределами нижней границы чувствительности электродов, заявленной производителем, с использованием стандартных растворов определяемых ионов, а также стандартных растворов определяемых ионов на фоне друг друга и на фоне мешающих ионов. В работе представлен сравнительный анализ метрологических характеристик существующих экспресс методов определения контаминантов таких токсичных элементов, как свинец, кадмий, медь и нитрат-ионы, при оценке качества мясопродуктов. Приведены характеристики и выбор условий проведения исследований потенциометрического метода стандартных добавок, сравнительная оценка методов: погрешность определения и стандартное отклонение. В качестве объектов исследования использовались стандартные растворы определяемых ионов, определение содержания нитрат-ионов проводилось с использованием следующего оборудования: нитрат-тестера SOEKS, индикаторной тест-системы «Нитрат-тест», потенциометрической установки с ионселективным электродом ЭЛИС-121NO_3 и потенциометра Мультитест ИПЛ-111; и токсичных элементов – универсального полярографа ЭКОТЕСТ-ВА и АКВ-07МК, ионселективных электродов ЭЛИС-131Cu, ЭЛИС-131Cd, ЭЛИС-131Pb и потенциометра Мультитест ИПЛ-111. Подготовка и проведение исследований проводились в соответствии с методическими рекомендациями предложенными производителями оборудования, а также с использованием модифицированного нами метода. На основании полученных данных определили, что метрологические характеристики модифицированного потенциометрического метода двух добавок для определения нитрат-ионов превосходят аналогичные характеристики для других представленных в работе экспресс методов, что позволяет провести экспресс анализ с высокой точностью. Для определения ионов токсичных элементов наилучшими метрологическими характеристиками обладают способы абсорбционной спектроскопии и инверсионной вольтамперометрии. При этом потенциометрические способы анализа также обладают достаточной точностью и хорошими метрологическими характеристиками, однако полученные данные справедливы только для растворов с простым фоновым составом и высокой концентрацией.

Ключевые слова: физико-химические методы, лабораторные методы исследования, аналитическая химия, контроль качества, производство мясопродуктов.

Оценка качества продовольственного сырья и пищевых продуктов проводится в соответствии с требованиями Технических регламентов Таможенного союза. Для количественной оценки содержания токсичных веществ в продовольственном сырье и пищевой продукции широко применяются химические, физические и физико-химические методы анализа и измерений [1–4], в основе которых лежат различные принципы воздействия на исследуемый объект и получение аналитического сигнала [5–7].

Так, для определения содержания нитратов в соответствии с нормативной документацией используется метод, основанный на экстракции нитратов из продукта, восстановлении их до нитритов на кадмиевой колонке с последующим фотометрированием раствора азосоединения, образующегося при взаимодействии нитритов с ароматическими аминами (раствор Грисса и НЭДА), а для фруктов, овощей и продуктов их переработки – метод, основанный на извлечении нитратов раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением концентрации нитратов с помощью ионоселективного нитратного электрода, являющийся экспрессным.

Недостатком фотометрического метода определения нитратов является длительность процедуры пробоподготовки (подготовка

пористого кадмия и проверка восстановительной способности кадмиевой колонки), а также необходимо, чтобы полученные растворы анализируемого продукты были абсолютно прозрачными, что для продовольственного сырья и пищевой продукции достигается использованием дополнительной операции. Работу с кадмием, солями кадмия, 1-нафтиламином и реактивом НЭДА необходимо проводить в вытяжном шкафу лаборатории с использованием индивидуальных средств защиты (респиратора, защитных очков, резиновых перчаток). Вследствие этого использование данного метода целесообразно при рутинных анализах большого числа образцов.

Недостатком ионометрического метода является необходимость построения градуировочного графика с использованием стандартных растворов, состав которых отличен от состава исследуемой пробы и в пробе содержание хлоридов не должно превышать содержание нитратов более чем в 50 раз, что приводит к появлению систематической погрешности. Однако, по сравнению с фотометрическим методом, данный метод прост в аппаратурном исполнении.

Применяются бытовые портативные приборы нитратомеры (нитрат-тестеры) фирмы «СОЭКС», которые, по заверению завода-изготовителя, за считанные секунды способны с высокой точностью провести тест на нитраты в овощах и фруктах, определить нитраты в воде. Принцип работы таких приборов основан на измерении проводимости переменного высокочастотного тока в измеряемом продукте, прибор не требует градуирования и наличия специальных материалов.

Существует индикаторная тест-система «Нитрат-тест» производства фирмы ЗАО «Крисмас+». Принцип действия ТС «Нитрат-тест» основан на впитывании водного раствора гидрофильной основой с нанесенной на поверхность смеси реагентов: реактива Грисса и металлического цинка. В слабокислой среде (pH 3) в присутствии металлического цинка нитрат-ионы NO_3^- восстанавливаются до нитрит-ионов NO_2^-, которые затем, взаимодействуя с реактивом Грисса, образуют азосоединения, окрашенные в розовый цвет. Концентрацию нитрат-ионов определяют, сравнив окраску отработанного участка тест-полоски с образцами контрольной шкалы. Использование такой тест-системы, носит качественный характер, и в ее состав входят вещества значительно опаснее, чем определяемое вещество, что ограничивает их массовое использования в быту.

Выпускаются также портативные нитрат-тестеры с комбинированным нитрат-селективным электродом, но их, как и обычные иономеры с ионселективными электродами, необходимо градуировать по стандартным растворам. Сам ход выполнения анализа и метрологические характеристики аналогичны методам ионометрии.

Для определения содержания токсичных элементов в соответствии с нормативной документацией используются методы пламенной атомно-абсорбционной [10, 11], атомно-эмиссионной спектроскопии, а также инверсионной вольтамперометрии (полярографии) с предварительным мокрым или сухим озолением. Методы пламенной атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии дороги, сложны в организации и обслуживании, поэтому чаще всего используются методы полярографии с использованием ртутных, малортутных и безртутных (углеситалловых, стеклоуглеродных, золотографитовых, импрегнированных и графитовых) электродов для определения меди, свинца, кадмия, цинка, мышьяка, ртути, йода, никеля, висмута, кобальта и др. в питьевой, природной воде, пищевых продуктах с использованием простых приборов полярографов, например универсальный полярограф ЭКОТЕСТ-ВА и АКВ-07МК. Данные вольтамперометрические анализаторы компактны, есть возможность работать с очень малым количеством исследуемой пробы, однако работают только при подключении к персональному компьютеру и наличии программного обеспечения [12–18].

Описание применения потенциометрических методик с использованием ионселективных электродов для определения токсичных элементов в продуктах пищевой промышленности в научной литературе практически не встречается [8, 9]. Это объясняется сложностью исследуемых объектов и мешающим влиянием других компонентов, а также несовершенством мембран электродов, создаваемых в прошлом. На современном этапе производства создаются надежные мембранные электроды серии ЭЛИС и ЭЛИТ, которые, возможно, позволят внедрить методы потенциометрии для анализа токсичных элементов в продовольственном сырье и продуктах питания.

Материалы и методы исследований

Для исследования возможности использования потенциометрических методов для количественного определения контаминантов нами были выбраны ионселективные элек-

троды марки ЭЛИС, такие как ЭЛИС-131Cu, ЭЛИС-131Cd, ЭЛИС-131Pb, ЭЛИС-121NO_3, которые предназначены для измерения активности ионов меди (II), кадмия (II), свинца (II) и нитрат-ионов соответственно. Измерение потенциала электродной ячейки осуществлялось с помощью преобразователя измерительного анализатора жидкости электрохимического лабораторного Мультитест ИПЛ-111. В качестве методов сравнения, использовались методики, рекомендованные производителями к оборудованию нитрат-тестера SOEKS, индикаторной тест-системы «Нитрат-тест», универсальные полярографы ЭКОТЕСТ-ВА и АКВ-07МК.

Результаты экспериментальных исследований

По паспортным техническим характеристикам составим таблицу 1 для ионселективных электродов с указанием определяемого иона, диапазона измеряемых концентраций и ионов, мешающих определению.

Из таблицы следует, что электроды ЭЛИС-131Cu, ЭЛИС-131Cd, ЭЛИС-131Pb чувствительны к присутствию мешающих ионов, вследствие химического сродства к материалу мембраны ионселективного электрода, и в растворе сложного состава (содержащего все представленные ионы) невозможно определить индивидуальную концентрацию определенного иона. Также в связи с одинаковой химической природой мешающие ионы нельзя замаскировать, а содержание ионов серебра в рассматриваемых объектах исследования очень мало и находится ниже предела чувствительности электродов.

Однако при использовании соответствующих методов анализа электрод ЭЛИС-131Pb можно использовать для определения общего содержания всех ионов Hg^{2+}, Ag^{+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{3+}, Pb^{2+}, электрод ЭЛИС-131Cd для общего определения ионов Hg^{2+}, Ag^{+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+} и электрод ЭЛИС-131Cu для общего определения ионов Hg^{2+}, Ag^{+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}. Следовательно, по результатам трех определений можно косвенно вычислить содержание ионов железа (III), если из результатов анализа с электродом ЭЛИС-131Pb вычесть результаты анализа с электродом ЭЛИС-131Cd, т.е. использовать электрод ЭЛИС-131Cd как электрод сравнения совместно с электродом ЭЛИС-131Pb и суммарную концентрацию кадмия и свинца, если из результатов анализа с электродом ЭЛИС-131Cd вычесть результаты анализа с электродом ЭЛИС-131Cu в ацетатном буферном растворе, т.е. использовать электрод ЭЛИС-131Cu как электрод сравнения совместно с электродом ЭЛИС-131Cd, или если из результатов анализа с электродом ЭЛИС-131Pb вычесть результаты анализа с электродом ЭЛИС-131Cu, т.е. использовать электрод ЭЛИС-131Cu как электрод сравнения совместно с электродом ЭЛИС-131Pb.

Исследовав кинетические свойства электродов ЭЛИС-131Cu, ЭЛИС-131Cd, ЭЛИС-131Pb с использование стандартных растворов, содержащих соответствующий определяемый ион с концентрациями $1\cdot10^{-6}$, $1\cdot10^{-5}$ и $1\cdot10^{-4}$ моль/л на фоне БРОИС 0,1 моль/л KNO_3, мы установили, что достижение постоянных значений с дрейфом потенциала ±0,1 мВ устанавливаются в течение 4–5 минут при концентрации $1\cdot10^{-6}$ моль/л и 3–4 мин для концентраций $1\cdot10^{-5}$ и $1\cdot10^{-4}$ моль/л. Также было отмечено наличие эффекта привыкания электрода. Если перед началом измерений электрод выдержать в растворе, соответствующем по составу фона анализируемым растворам, то время достижения постоянства значений достигается за 2 минуты при концентрации $1\cdot10^{-6}$ моль/л.

Вследствие того, что пробоподготовка для определения токсичных элементов может проходить с помощью «мокрого» озоления с использованием концентрированных минеральных кислот, необходимо оценить влияние кислотности конечного анализируемого раствора

Таблица 1 – Технические характеристики ионселективных электродов

Электрод	Определяемый ион	Диапазон измеряемых концентраций, мг/дм^3	Мешающие ионы
ЭЛИС-131Cu	Cu^{2+}	0,06–6354	Hg^{2+}, Ag^{+}, Fe^{3+}
ЭЛИС-131Cd	Cd^{2+}	0,112–11240	Hg^{2+}, Ag^{+}, Cu^{2+}, Pb^{2+}
ЭЛИС-131Pb	Pb^{2+}	0,21–20720	Hg^{2+}, Ag^{+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, Fe^{3+}
ЭЛИС-121NO_3	NO_3^-	3,1–6200	Cl^-(Ксел = $5\cdot10^{-3}$), SO_4^{2-}(Ксел = $8\cdot10^{-4}$), CH_3COO^-(Ксел = $5\cdot10^{-4}$)

на чувствительность ионоселективных электродов. В технических характеристиках к электродам указано, что величина pH анализируемого раствора должна быть от 3 до 6. В качестве вещества, задающего величину pH от 3 до 5, мы взяли серную кислоту, а для pH 6 и в качестве контроля свеже-перегнанную дегазированную дистиллированную воду. Чувствительность оценивалась по величине крутизны электродной функции. Для этого готовилась серия растворов с концентрациями определяемого иона $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм^3 и различной величиной pH, которая задавалась концентрацией ионов H^+ соответственно $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм^3 на фоне БРОИС 0,1 моль/дм^3 KNO_3. Для каждой серии построили градуировочные графики в координатах E,мВ–pX, угол наклона которого соответствует величине крутизны электродной функции (S). Полученные результаты представлены в таблице 2.

Как следует из полученных результатов, наибольшие значения S соответствуют диапазону pH ≈ 5–6. Для того чтобы поддерживать кислотность анализируемого раствора в заданном интервале pH, используем ацетатный буферный раствор с pH 6, так как с компонентами других буферных смесей определяемые ионы кадмия, свинца и меди образуют малодиссоциирующие соединения. По аналогии определим значение крутизны электродной функции при использовании буферной смеси. Полученные значения приведены в таблице 3.

Все полученные данные по градуировочным зависимостям мы объединили в общие серии и оценили возможность использования для определения концентрации определяемых ионов методом градуировочного графика. Расчеты показали, что погрешность определения составляет 25% при стандартном отклонении 50%. Это обусловлено непостоянством стандартного электродного потенциала электродов от серии к серии, при практически неизменой величине крутизны электродной функции. Таким образом, наиболее целесообразно для дальнейших исследований использовать метод стандартных добавок, в котором при обработке результатов анализа величина стандартного электродного потенциала электродов не учитывается.

Для определения метрологических характеристик метода двойных стандартных добавок при определении кадмия, меди свинца проведем анализ стандартных растворов определяемых ионов с наименьшей концентрацией $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л в присутствии 0,1 моль/л KNO_3 и ацетатного буферного раствора, объем добавок 0,1 см^3 с концентрацией стандартного раствора $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Из полученных результатов следует, что погрешность определения составляет 15% при стандартном отклонении 3%.

Для выявления характера влияния мешающих ионов на результаты анализа с использованием электродов ЭЛИС-131Cu, ЭЛИС-131Cd, ЭЛИС-131Pb по методу двойных стандартных добавок мы провели исследование растворов, содержащих основной определяемый ион ($1 \cdot 10^{-6}$ моль/л) в присутствии эквимолярного количества мешающих ионов ($1 \cdot 10^{-6}$ моль/л) на фоне 0,1 моль/л KNO_3 и ацетатного буферного раствора, в качестве добавки использовался раствор основного определяемого иона концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л и объемом добавки 0,1 см^3. Из результатов исследования следует, что присутствие эквимолярного количества мешающих ионов, увеличивает конечный результат анализа

Таблица 2 – Зависимость крутизны электродной функции от величины pH

Электрод	pH ≈ 3	pH ≈ 4	pH ≈ 5	pH ≈ 6
ЭЛИС-131Cu	–25,27 мВ/pCu	–26,45 мВ/pCu	–27,15 мВ/pCu	–27,80 мВ/pCu
ЭЛИС-131Cd	–24,25 мВ/pCd	–26,65 мВ/pCd	–28,15 мВ/pCd	–28,75 мВ/pCd
ЭЛИС-131Pb	–24,35 мВ/pPb	–25,95 мВ/pPb	–27,85 мВ/pPb	–28,00 мВ/pPb

Таблица 3 – Значения крутизны электродной функции для ацетатного буферного раствора при определении тяжелых металлов

Электрод	pH = 6 (буфер)
ЭЛИС-131Cu	–27,57 мВ/pCu
ЭЛИС-131Cd	–28,00 мВ/pCd
ЭЛИС-131Pb	–27,80 мВ/pPb

в 2 раза, т.е. определяется общее количество основного и мешающего иона, с погрешностью, не превышающей 10 %, при стандартном отклонении не более 3 %.

Определению нитрат-ионов с использованием ионселективного электрода ЭЛИС-121NO_3 мешает 50-кратный избыток хлорид-ионов, влияние которого может быть замаскировано применением буферного раствора на основе сульфата серебра и сульфата калия, если концентрация хлорид-ионов меньше, то в качестве фона используют раствор 1 % алюмокалиевых квасцов.

Исследовав кинетические свойства электрода ЭЛИС-121NO_3 с использованием стандартных растворов, содержащих соответствующий определяемый ион с концентрациями $5 \cdot 10^{-6}$, $5 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л на фоне БРОИС 1 % раствор алюмокалиевых квасцов, мы установили, что достижение постоянных значений с дрейфом потенциала ±0,1 мВ устанавливаются в течение 3–4 минут. Также было отмечено наличие эффекта привыкания электрода, и если перед началом измерений электрод выдержать в растворе, соответствующем по составу фона анализируемым растворам, то время достижения постоянства значений достигается за 2 минуты при концентрации $5 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Для определения чувствительности в присутствии БРОИС оценили величину крутизны электродной функции на фоне 1 % раствора алюмокалиевых квасцов и буфера на основе сульфата серебра и сульфата калия. Для этого готовилась серия растворов с концентрациями определяемого иона $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-4}$ и $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л на фоне БРОИС. Для каждой серии построили градуировочные графики в координатах Е, мВ–pNO_3, угол наклона которого соответствует величине крутизны электродной функции (S). Полученные результаты представлены в таблице 4.

Все полученные данные по градуировочным зависимостям мы объединили в общие серии и оценили возможность использования для определения концентрации нитрат-ионов методом градуировочного графика, расчеты показали, что погрешность определения составляет 10 % при стандартном отклонении менее 5 %.

Для определения метрологических характеристик метода двойных стандартных добавок при определении нитрат-иона провели исследования со стандартными растворами нитрат-ионов разных концентраций на фоне 1 % раствора алюмокалиевых квасцов и буфера на основе сульфата серебра и сульфата калия, а также в присутствии мешающих хлорид-ионов на фоне буфера на основе сульфата серебра и сульфата калия. Из результатов определений следует, что погрешность определения не превышает 5 % при стандартном отклонении менее 3 %.

Для сравнительной оценки метрологических характеристик существующих методов определения токсичных элементов (Cd^{2+}, Cu^{2+} и Pb^{2+}) и нитрат-ионов проведем серию аналитических измерений концентрации приготовленных растворов, содержащих заданное количество определяемого вещества. Для этого готовится серия основных стандартных растворов, содержащих ионы Cd^{2+}, Cu^{2+}, Pb^{2+} и NO_3^- с концентрацией 0,1 моль/дм^3, путем растворения навесок соответствующих солей в дистиллированной воде. Из основных растворов готовятся рабочие растворы с концентрациями, соответствующими нижнему пределу обнаружения, в данном случае мы ориентируемся на предел обнаружения потенциометрического метода.

Таблица 4 – Значение крутизны электродной функции для буферных растворов при определении нитрат-ионов

Буфер	S, мВ/pNO3
1 % раствор алюмокалиевых квасцов	57,3
буфер на основе сульфата серебра и сульфата калия	53,2

Таблица 5 – Сравнительная характеристика определения содержания нитрат-ионов различными методами в стандартных растворах

Метод	Ср. знач., мг/дм^3	Заданная концентрация, мг/дм^3	d, %	Sr, %
Нитрат-тестер SOEKS NUC-019-2	3,73	3,1	20,43	23,09
Индикаторная тест-система «Нитрат-тест»	4,17	3,1	34,41	34,64
Прямой потенциометрии	3,41	3,1	10,00	2,33
Двух добавок	3,19	3,1	3,01	2,31

Таблица 6 – Сравнительная характеристика определения содержания ионов меди различными методами в стандартных растворах

Определяемый ион / Метод	Ср. знач., мг/дм^3			Заданная концентрация, мг/дм^3			d, %			Sr, %		
	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb
абсорбционной спектроскопии	0,061	0,113	0,210	0,06	0,112	0,210	1,67	0,60	0,16	1,64	0,51	0,73
инверсионной вольтамперометрии	0,061	0,112	0,210	0,06	0,112	0,210	1,11	0,30	0,16	2,52	1,37	0,73
прямой потенциометрии	0,08	0,119	0,228	0,06	0,112	0,210	33,89	6,25	8,41	18,05	3,03	1,11
двух добавок	0,07	0,117	0,215	0,06	0,112	0,210	12,22	4,46	2,38	3,09	2,56	2,33

Подготовка оборудования и пробоподготовка проводилась в соответствии с руководством по эксплуатации или в соответствии с ГОСТ. Исследования проводились в трех параллельных измерениях, по результатам которых рассчитывалось среднее значение, погрешность определения (d, %) и стандартное отклонение (Sr, %). Полученные данные приведены в таблицах 5, 6.

Выводы

При определении содержания нитрат-ионов наилучшими метрологическими характеристиками обладает потенциометрический способ двух добавок, что позволяет провести экспресс анализ с высокой точностью(d = 3,01 % и Sr = 2,31 %). Нитрат-тестер SOEKS и индикаторная тест-система «Нитрат-тест» показывает большие отклонения от заданного, вследствие малой селективности для нитрат-тестера и «грубой» шкалы отсчета – для тест-системы (d = 20,43 % и Sr = 23,09 % и d = 34,41 % и Sr = 34,64 % соответственно).

При определении содержания токсичных элементов наилучшими метрологическими характеристиками обладают способы абсорбционной спектроскопии и инверсионной вольтамперометрии (в среднем d < 1 % и Sr < 1 %). При этом потенциометрические способы анализа также обладают достаточной точностью и хорошими метрологическими характеристиками, однако полученные данные справедливы только для растворов с простым фоновым составом и при высоком их содержании (в среднем d > 11 % и Sr > 5 %).

Список литературы

1. Боган В. И., Гайсина А. Р. Способ потенциометрического определения токсичных веществ в пищевой продукции // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 10–2(17). С. 13–14.

2. Применение физико-химических методов исследования в лабораториях Челябинской области / А. М. Белокаменская, М. Б. Ребезов, Я. М. Ребезов, О. В. Зинина // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 48–53.

3. Оценка методов исследования ксенобиотиков / М. Б. Ребезов [и др.]. Уральск : ЗКАТУ, 2015. 204 с.

4. Исследование пищевых продуктов и продовольственного сырья на содержание ртути атомно-абсорбционным методом / А. М. Белокаменская [и др.] // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 98–101.

5. Боган В. И., Ребезов М. Б. Совершенствование потенциометрического метода определения токсичных элементов на примере определения свинца, кадмия и меди // Вестник ЮУрГАУ. Сер. : Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 3. С. 53–60.

6. Боган В. И., Гайсина А. Р. Способ потенциометрического контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции // Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 10–11. С. 169–174.

7. Боган В. И., Ребезов М. Б., Гайсина А. Р. Совершенствование методов контроля качества продовольственного сырья и пищевой продукции // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 101–104.

8. Голованов В. И., Боган В. И. Обработка результатов потенциометрических измерений при использовании метода двойных стандартных добавок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. № 12. С. 25–28.

9. Пат. № 2413211 Российская Федерация, МПК G01N27/42. Способ потенциометрического определения вещества / В. И. Голованов, В. И. Боган ; заявитель и патентообладатель

ФГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет». № 2009147066/28 ; заявл. 17.12.2009 ; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6.

10. Контроль качества результата анализа при реализации методик фотоэлектрической фотометрии и инверсионной вольтамперометрии в исследовании проб пищевых продуктов на содержание мышьяка / М. Б. Ребезов, И. В. Зыкова, А. М. Белокаменская, Я. М. Ребезов // Вестник Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого. 2013. № 71. Т. 2. С. 43–48.

11. Контроль качества результатов исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов на содержание свинца / М. Б. Ребезов [и др.] // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. № 1. Т. 2. С. 157–162.

12. Hoorfar J. Rapid detection, characterization, and enumeration of foodborne pathogens. APMIS. 2011. Т. 119. № SUPPL. 113. P. 1–24.

13. Hu Zh., Liu L. Quality assurance for the analytical data of micro elements in food. Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement. 2002. Т. 7. № 3. P. 106–110.

14. Jamali M. K., Kazi T. G., Arain M. B., Afridi H. I., Kandhro G. A., Shah A. Q., Baig J. A., Jalbani N. Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (triticum aestivum l.) grown in soil amended with domestic sewage sludge // Journal of Hazardous Materials. 2009. Т. 164. № 2–3. P. 1386–1391.

15. Mansour S. A. Monitoring and health risk assessment of heavy metal contamination in food // Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions, 2014. P. 235–255.

16. Ping J. F., Wu J., Ying Y. B. Determination of trace heavy metals in milk using an ionic liquid and bismuth oxide nanoparticles modified carbon paste electrode // Chinese Science Bulletin. 2012. Т. 57. № 15. P. 1781–1787.

17. Pozzi C.M.C., Braga C.P., Vieira J.C.S., Cavecci B., Queiroz J.V., Padilha P.D.M., Barbosa H., Arruda M.A.Z., Gozzo F.C. Metal ions bound to the human milk immunoglobulin a: metalloproteomic approach // Food Chemistry. 2015. Т. 166. P. 492–497.

18. Wysocka I., de la Calle Guntiñas M.B., Quétel C., Vassileva E., Robouch P., Emteborg H., Taylor P. Proficiency test for heavy metals in feed and food in Europe TrAC - Trends in Analytical Chemistry. 2009. Т. 28. № 4. P. 454–465.

Боган Владимир Иванович, ст. преподаватель, аспирант, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: boganvi@susu.ru.

Чупракова Анна Михайловна, аспирант, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: pbio@ya.ru.

Максимюк Николай Несторович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого».

E-mail: nmaksimyuk@yandex.ru.

* * *

УДК 637.03:637.5

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО МЯСОКОСТНОЙ ПАСТЫ

А. К. Какимов, Ж. С. Есимбеков, Б. Б. Кабулов, Н. К. Ибрагимов, А. К. Суйчинов

Исследуется процесс переработки мясокостного сырья с целью получения мясокостной пасты. Измельчение мясокостного сырья осуществляется в несколько стадий с использованием экспериментального волчка-дробилки (с диаметрами выходных решеток 8 мм, 5 мм и 3 мм) и микроизмельчителя «Супермассколойдер» с зазором между рабочими органами 0,25 мм, 0,1 мм и 0,02 мм. В процессе измельчения исследуется влияние зазора и количества содержания воды на температуру, влагосвязывающую способность и химический состав мясокостной пасты после измельчения. Из результатов исследований выявлено, что в зависимости от диаметра выходной решетки волчка-дробилки наблюдается повышение температуры мясокостного фарша от 16 °С (при диаметре решетки 8 мм) до 26 °С (при диаметре решетки 3 мм). После измельчения на микроизмельчителе в зависимости от количества добавленной воды в пробах мясокостной пасты температура продукта на выходе понижается с 34 °С до 17 °С при зазоре между шлифовальными кругами 0,25 мм и 0,1 мм и с 37 °С до 19 °С – при зазоре 0,02 мм. Повышение доли воды в мясокостной пасте приводит к увеличению влагосвязывающей способности пасты, а также изменению показателей химического состава: уменьшению белка (на 61 % при зазоре 0,25 мм; 63 % – при зазорах 0,1 мм и 0,02 мм), золы (на 65 % при зазоре 0,25 мм; 64 % и 63 % при зазорах 0,1 мм и 0,02 мм, соответственно) в мясокостной пасте с добавлением 150 % воды к массе по сравнению с мясокостной пастой без добавления воды перед тонким измельчением. Прослеживается тенденция к понижению содержания жира в среднем на 19 % по отношению к содержанию жира в МП без добавления воды.

Ключевые слова: мясокостная паста, микроизмельчитель, ВСС, химический состав.

В процессе переработки сырья животного происхождения кроме получения основного сырья (мясо и мясопродукты), остается и вторичное сырье (кровь, кость, жир-сырец, рога, копыта и др.) [1, 2]. Более широкое внедрение комплексной переработки вторичного сырья позволит рационально его использовать в качестве основных компонентов в технологии мясных продуктов, что скажется на увеличении объема и ассортимента продукции [2, 3]. С расширением линейки современного оборудования для мясной отрасли на сегодняшний день существует возможность использовать костное сырье не только в производстве животных кормов, клея и желатина, но и в качестве пищевой добавки при производстве мясных продуктов [5]. Использование костного сырья на пищевые цели обусловлено, во-первых, высоким содержанием минеральных веществ (в частности кальция, фосфора) [6], во-вторых, содержанием белковых веществ – коллагена (93 % от общего количества белка) и небольшого количества жира, в основном пропитанного нерастворимыми в воде солями кальция [7]. По сравнению с мягким сырьем кость содержит наименьшее количество влаги, что положительно влияет на выход готовой продукции. Влажность кости колеблется в пределах от 18 до 40 % [8].

Переработка костного сырья на пищевые цели является весьма трудоемким и энергозатратным процессом, поэтому внедрение его в общую технологическую линию представляется весьма затруднительным. Для измельчения костного сырья применяют как традиционный способ многостадийного измельчения, так и одностадийный способ с использованием криоизмельчения и специально разработанных измельчителей [9] для получения желаемого результата ввиду его особого строения, характеризующийся большой твердостью и упругостью.

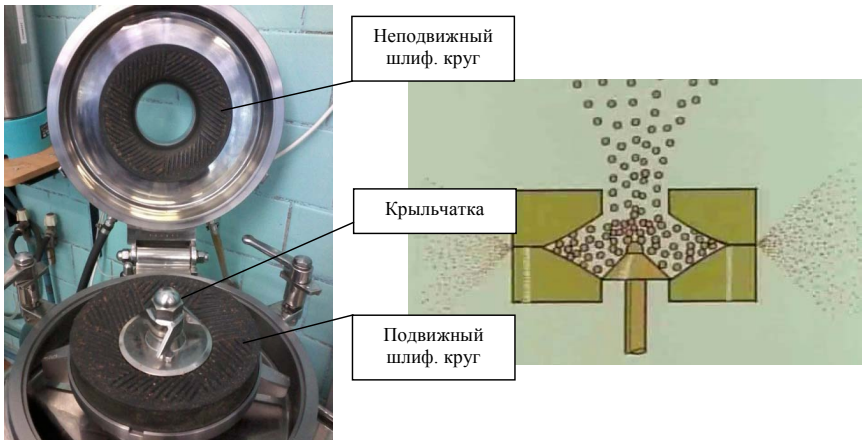
Для переработки костей используют силовые тихоходные волчки-дробилки, ротационные измельчители и коллоидные мельницы. Процесс получения тонкоизмельченной костной массы состоит из нескольких стадий измельчения. Вначале кости подвергают измельчению на силовых измельчителях, где на выходе получают кости размером до 50 мм, далее измельчают на волчках-дробилках с диаметрами решеток 8 мм, 5 мм и 3 мм. Для более тонкого измельчения применяют ротационные измельчители и коллоидные мельницы с выходом костных частиц менее 100 мкн. Точный конечный размер частиц костного сырья зависит от технических возможностей машин [10].

Наибольший интерес представляет микроизмельчитель «Супермассколойдер MKZA-10-15» японской фирмы «Масуко Санге КО… ЛТД», применяемый для измельчения птицы, рыбы, костей. Микроизмельчитель представляет собой коллоидную мельницу, рабочим органом которой является шлифовальный круг, изготовленный из специальной «беспористой керамики». Благодаря обработке продукта между двумя шлифкругами достигается более интенсивное измельчение, получение стабильных по размеру частиц измельченной массы. Кроме того, обработка частиц кости шлифкругами приводит к «закруглению» острых краев частиц, раздражающих слизистую оболочку, что приводит к улучшенному усвоению продукта. Переработка костного сырья на микроизмельчителе позволяет получить мясокостную пасту, полностью освобожденную от ощущения песка на языке. Технические характеристики микроизмельчителя представлены в таблице 1.

Регулировка зазора между шлифовальными кругами является важным моментом, предопределяющим дисперсность измельчаемого продукта. «Массколойдер» оснащена удобоуправляемой рукояткой, позволяющей осуществить тонкую регулировку зазора между верхним и нижним шлифовальными кругами с шагом 0,02 мм на одну цену деления шкалы (рис. 1). Измельчение костного сырья в «Массколойдере»

Таблица 1 – Техническая характеристика микроизмельчителя «Супермассколлойдер»

№	Наименование	Характеристика
1	Производительность	70–1000 кг/ч
2	Мощность электродвигателя	11 кВт
3	Диаметр шлиф. кругов	250 мм
4	Габаритные размеры	600×1305 мм
5	Масса	250 кг



а б

Рис. 1. Рабочие органы микроизмельчителя «Супермассколлойдер»: а – общий вид кругов; б – схема измельчения

происходит под действием центробежной силы, ударной нагрузки, силы сдвига и др. возникающих при прохождении сырья между двумя шлифовальными кругами.

Целью данной работы является исследование влияния механических процессов на химические и технологические свойства мясокостной пасты.

Материалы и методы исследований

Для проведения исследований по измельчению костного сырья были использованы реберные кости КРС, полученные после обвалки в колбасном цехе.

Кости вместе с мякотной тканью были промыты проточной водой, разрублены до размеров 50–70 мм и заморожены при температуре (минус 20 °С) в течение 1 часа. Далее замороженная кость была измельчена на волчке-дробилке в несколько стадий измельчения:

– 1 стадия – измельчение с диаметром выходной решетки 8 мм;

– 2 стадия – измельчение с диаметром выходной решетки 5 мм;

– 3 стадия – измельчение с диаметром выходной решетки 3 мм.

После 2 стадии измельчения в мясокостный фарш добавили воду в соотношении 1:1 и заморозили на 1 час.

После измельчения на волчке-дробилке с диаметром решетки 3 мм, мясокостный фарш распределили на 7 одинаковых по массе проб с дополнительным добавлением воды в следующих соотношениях (табл. 2).

Полученные пробы были заморожены в течение 1 часа. После заморозки каждая проба мясокостного фарша последовательно измельчалась на микроизмельчителе «Супермассколлойдер» со следующими зазорами между шлифкругами: 0,25 мм, 0,1 мм, 0,02 мм. Схема проведения измельчения мясокостного сырья приведена на рисунке 2.

Методика определения ВСС. Содержание связанной воды в мясе определяли методом

Таблица 2 – Наименование и обозначение проб мясокостной пасты

Номер пробы	Обозначение пробы	Наименование пробы
1 проба	МП-0	мясокостный фарш без добавления воды
2 проба	МП-25	мясокостный фарш с добавлением 25 % воды
3 проба	МП-50	мясокостный фарш с добавлением 50 % воды
4 проба	МП-75	мясокостный фарш с добавлением 75 % воды
5 проба	МП-100	мясокостный фарш с добавлением 100 % воды
6 проба	МП-125	мясокостный фарш с добавлением 125 % воды
7 проба	МП-150	мясокостный фарш с добавлением 150 % воды

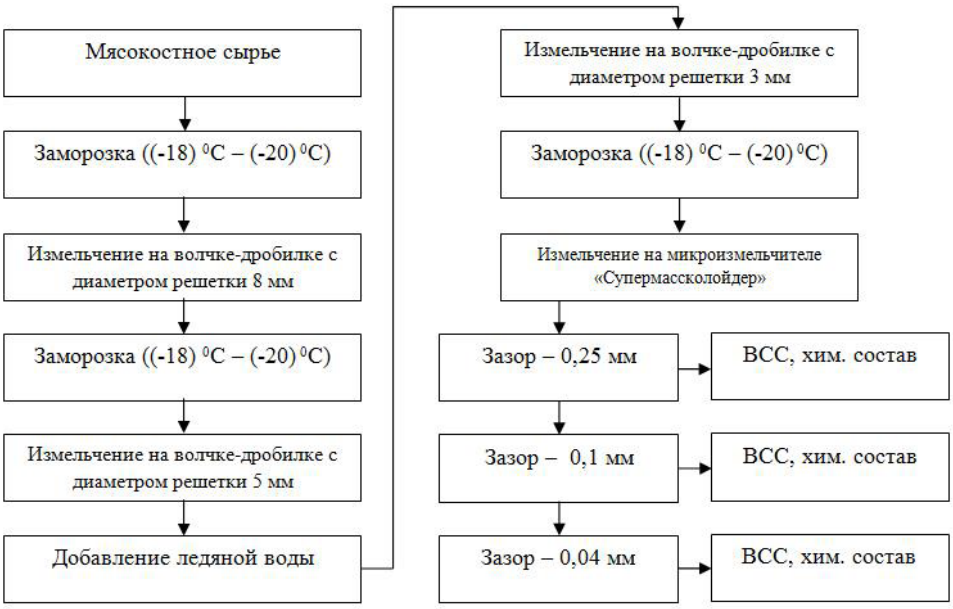


Рис. 2. Схема проведения эксперимента

Р. Грау и Р. Хамма в модификации ВНИИМ-Па. Метод основан на определении количества воды, выделяемой из мяса при легком прессовании, которая впитывается фильтровальной бумагой, образуя влажное пятно.

Определение общего химического состава проводили методом одной навески исследуемой пробы. Метод заключается в последовательном определении в одной навеске продукта содержания влаги, жира, золы и белка.

Результаты исследований

Одним из главных факторов, оказывающих влияние на физико-химические показатели продукта, является температура. Во время работы машины в камере измельчения продукт под действием различных сил, нагревается. В зависимости от диаметра выходной решетки наблюдается повышение температуры мясокостного фарша от 16 °С (при диаметре решетки 8 мм) до 26 °С (при диаметре решетки 3 мм). Увеличение температуры объясняется образованием тепла вследствие механической работы разрушения костной ткани, силами трения костного сырья о рабочие органы машины, работы упругой и пластической деформации костного сырья (табл. 3).

В процессе измельчения на микроизмельчителе «Супермассколойдер» наблюдается изменение температуры выходного сырья в зависимости от количества добавляемой воды (табл. 4).

Так, при зазоре между шлиф. кругами 0,25 мм самая высокая температура в 34 °С зафиксирована в образце мясокостной пасты без добавления воды. С увеличением доли воды наблюдается снижение температуры до 21 °С при соотношении мясокостной пасты к воде 1:1; до 17 °С в мясокостной пасте в соотношении с водой 1:1,5. Из таблицы 4 видно, что при уменьшении зазора между шлифовальными кругами температура на выходе увеличивается незначительно (на 2–3 °С). При зазоре 0,1 мм температура мясокостной пасты в зависимости от количества добавляемой воды меняется от 34 °С (в МП-0) до 17 °С (в МП-150). При зазоре 0,04 мм от 37 °С до 19 °С. Уменьшение зазора до 0,02 мм приводит к увеличению температуры мясокостной пасты на выходе до 37˚С в МП-0 по сравнению с мясокостной пастой измельченной при зазорах 0,25 мм и 0,1 мм, соответственно.

В целом уменьшение температуры мясокостной пасты с увеличением количества добавленной воды объясняется уменьшением силы трения и коэффициента трения между костной тканью и рабочим органом в местах их контакта, вследствие образования водной пленки. При этом надо учитывать, что выделяемое тепло поглощается водой, вследствие его высокой теплоемкости.

Необходимо также отметить, что добавление воды в мясокостную пасту снижает возникновение тепловой денатурации белков, которая для мышечных белков начинается при 30–35 °С, а коллагеновые волокна начинают набухать и поглощать воду при 50–55 °С.

На следующем этапе было исследовано изменение ВСС мясокостной пасты (табл. 5). Степень измельчения мясного сырья определяет глубину технологической обработки и влияет на форму связей влаги, изменяя его физико-химические и реологические характеристики.

Таблица 3 – Изменение температуры мясокостного фарша на выходе волчка-дробилки при разных диаметрах решетки

№	Диаметр решетки, мм	Температура сырья на выходе, °С
1	8	16
2	5	22
3	3	26

Таблица 4 – Изменение температуры на выходе при разных зазорах между шлифовальными кругами

№	Зазор между ножами, мм	Температура сырья на выходе, °С					
		МП-0	МП-25	МП-50	МП-75	МП-100	МП-150
1	0,25	34	32	32	28	23	17
2	0,1	34	33	32	27	24	17
3	0,02	37	35	30	26	24	19

При тонком измельчении мясокостного сырья его частицы должны связывать такое количество воды, которое превращает их в однородную массу, обладающую определенными структурно-механическими свойствами [11].

Из результатов исследований выявлено, что повышение доли воды в мясокостной пасте приводит к увеличению влагосвязывающей способности пасты. Так, если в мясокостной пасте без добавления воды при зазоре 0,25 мм ВСС составила 19,61 % к общей влаге, то при добавлении воды в соотношении 1:1, ВСС выросла до 56,07 %, а при соотношении МП и воды 1:1,5 составила 77,12 %. Удержание влаги в МП объясняется высокой гидратационной способностью коллагена, которая связана с содержанием в его структуре значительных количеств диамино- и аминодикарбоновых кислот и, следовательно, большого числа боковых полярных групп молекулы [12].

При уменьшении зазора между шлифовальными кругами ВСС МП уменьшается: в МП-0 до 18,11 % при зазоре 0,1 мм и до 16,97 % при зазоре 0,02 мм. При этом замечено, что изменение ВСС при зазоре 0,1 мм и 0,02 мм в образцах мясокостной пасты МП 100 и МП 150 отличаются незначительно.

В процессе добавления воды в мясокостный фарш и измельчения на микроизмельчителе наблюдается изменение химического состава мясокостной пасты. Вода, связываясь с мясокостной пастой, образует прочные связи с коллагеновыми волокнами. Коллаген способствует повышению эмульгирующей способности системы. Результаты определения химического состава мясокостной пасты после измельчения при разных зазорах представлены в таблице 6.

Таблица 5 – Изменение ВСС мясокостной пасты в зависимости от количества добавляемой воды

№	Наименование	ВСС к общей влаге, %		
		0,25 мм	0,1 мм	0,02 мм
1	МП 0	19,61	18,11	16,97
2	МП 25	28,70	27,93	26,18
3	МП 50	37,93	36,38	34,93
4	МП 75	40,77	39,22	38,21
5	МП 100	56,07	53,96	53,23
6	МП 150	77,12	77,54	77,28

Таблица 6 – Химический состав мясокостной пасты

Образец	Влага	Белок	Жир	Зола
при зазоре 0,25 мм				
МП 0	15,48	32,92	10,70	40,90
МП 25	20,24	30,68	9,77	39,31
МП 50	46,81	18,51	9,64	25,04
МП 75	53,39	11,13	10,62	24,87
МП 100	58,97	11,59	9,34	20,10
МП 125	60,26	13,69	8,98	17,07
МП 150	64,74	12,81	8,34	14,11
при зазоре 0,1 мм				
МП 0	14,48	31,94	11,69	41,90
МП 25	19,24	29,69	10,75	40,31
МП 50	45,82	17,50	10,63	26,04
МП 75	52,40	10,12	11,62	25,87
МП 100	57,00	9,90	11,33	21,77
МП 125	59,27	12,35	9,98	18,40
МП 150	63,73	11,81	9,34	15,11
при зазоре 0,02 мм				
МП 0	14,14	31,77	12,01	42,07
МП 25	18,91	29,52	11,08	40,49
МП 50	45,16	17,31	11,29	26,24
МП 75	51,74	9,98	12,28	26,00
МП 100	56,02	9,79	12,33	21,87
МП 125	58,61	12,11	10,65	18,63
МП 150	62,73	11,68	10,34	15,24

Из представленных графиков видно (рис. 3), что с увеличением количества влаги в мясокостной пасте наблюдается изменение в сторону уменьшения показателей белка (на 61% при зазоре 0,25 мм; 63% – при зазорах 0,1 мм и 0,02 мм), золы (на 65% при зазоре 0,25 мм; 64% и 63% при зазорах 0,1 мм и 0,02 мм, соответственно) в МП-150 по сравнению с МП-0. Уменьшение белка объясняется гидратацией мышечных белков (растворимых в воде). Уменьшение концентрации белка, в свою очередь, привело к снижению водосвязывающей способности (ВСС) модельных систем. Прослеживается тенденция к понижению содержания жира в среднем на 19% по отношению к содержанию жира в МП без добавления воды.

Выводы и заключение

Исходя из проведенных исследований, выявлено, что процесс влагосвязывания воды и мясокостной пасты заметно влияет на качество конечного продукта. Так, добавление воды в соотношении 1:1,5 к мясокостной пасте ведет к снижению температуры на выходе микроизмельчителя, улучшает его консистенцию и органолептические свойства.

По химическому составу добавление воды приводит к растворению белковых и минеральных веществ в воде, повышению ВСС, улучшению химического состава и приближает его к химическому составу мясного фарша.

Список литературы

1. Зинина О. В., Ребезов М. Б., Соловьева А. А. Биотехнологическая обработка мясного сырья. Великий Новгород, 2013. 272 с.

2. Зинина О. В., Ребезов М. Б., Асенова Б. К. Инновационные технологии переработки сырья животного происхождения. Алматы, 2015. 127 с.

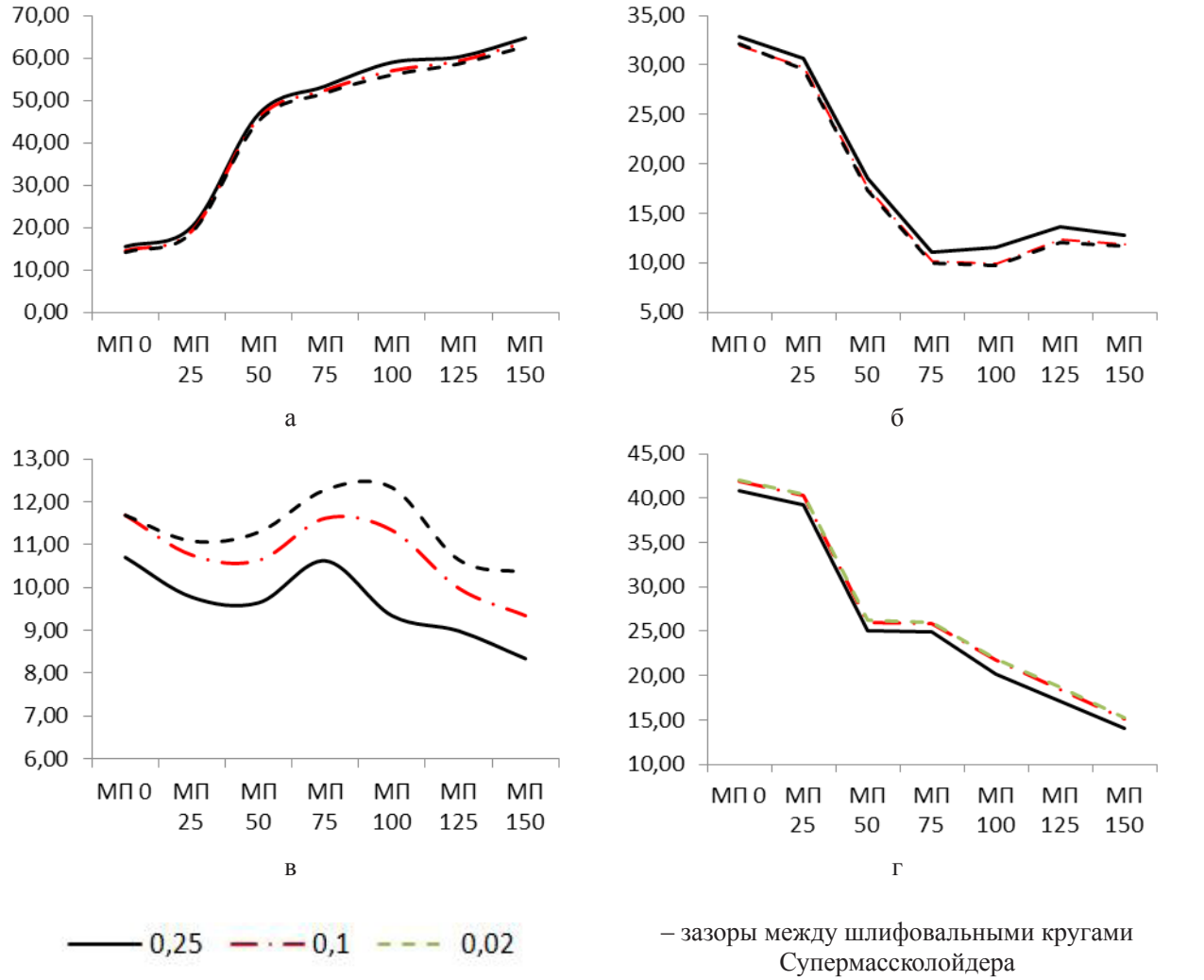


Рис. 3. Изменение показателей химического состава мясокостной пасты в зависимости от количества добавленной воды и зазора между шлифовальными кругами: а – влаги; б – белка; в – жира; г – золы

3. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения / Т. И. Бурцева, М. Б. Ребезов, Б. К. Асенова, С. В. Стадникова. Алматы, 2015. 189 с.

4. Окусханова Э. К., Асенова Б. К., Ребезов М. Б. Функциональные мясные продукты: современные тенденции производства: аналитический обзор. Семей, 2015. 48 с.

5. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review / K. Jayathilakan, S. Khudsia, K. Radhakrishna, A.S. Bawa // J Food Sci Technol, (May–June 2012). № 49(3). P. 278–293.

6. Какимов А. К., Есимбеков Ж. С., Кабулов Б. Б. Минеральный состав реберных костей убойных животных // Развитие биотехнологических и постгеномных технологий для оценки качества сельскохозяйственного сырья и создания продуктов здорового питания : матер. 18-й междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти В. М. Горбатова. М., 2015. С. 217–220.

7. Либерман С. Г. Производство сухих животных кормов и технических жиров. М. : Пищевая промышленность, 1976. 143 с.

8. KakimovA. Studying chemical composition and yield stress of micronized grinded cattle bone paste / A. Kakimov, Z. Yessimbekov, B. Kabulov and et. / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. № 7(2). P. 805–812.

9. Одностадийное измельчение мясного и костного сырья / В. В. Илюхин [и др.] // Мясная индустрия. 2006. Т. 6. С. 40–42.

10. Тамбовцев А. И. Разработка процесса измельчения осевым режущим инструментом костного сырья при температурах, близких к криоскопической : дис. … канд. техн. наук. М., 2003. 146 с.

11. Механическая обработка мясного и мясокостного сырья / В. П. Дорохов [и др.]. М. : ДеЛиПлюс, 2011. 470 с.

12. Ибрагимова О. Т. Получение и применение коллагеновых дисперсий в технологии мясных продуктов : дис. … канд. техн. наук. Воронеж, 2003. 241 с.

Какимов Айтбек Калиевич, д-р техн. наук, профессор, Государственный университет им. Шакарима.

E-mail: bibi.53@mail.ru.

Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD-докторант, Государственный университет им. Шакарима.

E-mail: ezhanibek@mail.ru.

Кабулов Болат Бейсенгалиевич, канд. техн. наук, доцент, Государственный университет им. Шакарима.

E-mail: bolatkabylov@mail.ru.

Ибрагимов Надир Кадырович, канд. техн. наук, заместитель руководителя испытательной лаборатории «Научный центр радиоэкологических исследований», Государственный университет им. Шакарима.

E-mail: ibragimnk@mail.ru.

Суйчинов Ануарбек Казисович, магистр, руководитель отдела финансово-хозяйственной работы акимата.

E-mail: a.suichinov@akimvko.gov.kz.

* * *

УДК 637.11

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОКА ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

А. Н. Козлов

В сыром молоке присутствуют микроорганизмы разных таксономических групп. Микрофлора при хранении сырого молока изменяется по фазам: бактерицидной, смешанной микрофлоры, молочнокислых бактерий и фаза дрожжей и плесени. Общее содержание бактерий в молоке обусловлено санитарно-гигиеническими условиями получения и хранения молока, температурой хранения и транспортирования молока. Чем выше бактериальная обсемененность сырого молока, тем большая вероятность присутствия в нем патогенных и других микроорганизмов. Особенностью микробиологического контроля сырого молока является то, что показатель бактериальной обсемененности характеризует не все количество и разнообразие микроорганизмов, которые присутствуют в молоке. Продолжительность санитарно-гигиенической подготовки вымени коров к доению оказывает положительное влияние на улучшение качества молока. Показатели количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) с применением механического фильтра тонкой очистки при минимальной санитарно-гигиенической подготовке вымени коров к доению уменьшаются более чем в три раза, а при нормативной – на 30%. Использование механического фильтра тонкой очистки непосредственно в процессе машинного доения позволяет повысить степень чистоты молока на один класс, уменьшить количество соматических клеток на двести…четыреста тыс. в 1 см^3.

Ключевые слова: молоко, микробиологические показатели, соматические клетки, степень чистоты, фильтрация, санитарно-гигиеническая подготовка вымени, механический фильтр, тонкая очистка.

Цель исследования. Изучить изменения степени очистки, количества соматических клеток и микробиологических показателей сырого молока при использовании механического фильтра тонкой очистки в процессе машинного доения.

Методика исследований

Механический фильтр тонкой очистки производства ООО «ГЕРА» устанавливался в доильной установке после молочного насоса сборной емкости. Микробиологические показатели оценивались согласно ГОСТ, указанных в таблицах 1–8.

Международная торговля молочными продуктами ежегодно растет, и ее объемы в 2014 году превысили 70 млн тонн. Введенные в августе 2014 года эмбарго на поставки в Россию молочной продукции привели не к увеличению молочной продукции отечественными производителями, а к массовому производству ими фальсифицированной продукции [1]. В 2015 году молочное стадо сократилось в России до 8,37 млн голов, и для поддержания отрасли молочного животноводства вышло Постановление Правительства РФ № 624 в 2015 году по проведению инвестиционных проектов [2]. Однако ранее выделенный объем

субсидий за семь лет в сумме 390 млрд рублей на увеличение молочного поголовья на 3 млн голов не обеспечил данного прироста [3]. В то же время объем импортных поставок молочной продукции в 2014 году в натуральном выражении сократился на 0,4%, а экспорт – на 0,3% [4]. Ожидается, что мировая среднегодовая цена на молоко будет снижаться ежегодно на 3…4%. Поэтому молочной отрасли выгодно производить качественную продукцию для повышения ее спроса [5]. В России в 2014 году у 70% населения затраты на приобретение молока и молочных продуктов сократились на 5% [6]. Для гарантированного обеспечения малоимущего населения натуральным молоком возможно введение продуктовых карточек или интервенции на молочном рынке [7]. На улучшение качества молочного сырья повлияли разработка и внедрение ГОСТ Р 52054-2003 «Молоко коровье сырье. ТУ» и изменения к нему № 1 и № 2, а также технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной промышленности» [9, 10]. Технологии повышения качества молока и увеличения сроков хранения за счет охлаждения в процессе доения и дальнейшем уничтожении бактерий широко известно [11, 12]. Они энергозатратны и влияют на вкусовые и физико-химические показатели молока.

Недостаточно внимания при первичной обработке молока на молочных комплексах уделяется фильтрации молока. Она уменьшает количество механических примесей и интенсивность первичной микробной обсемененности [13–17]. Молоко не должно содержать ингибирующих и нейтрализующих веществ (антибиотиков, аммиака, соды и т.д.), а также тяжелых металлов. Такие показатели, как

Таблица 1 – Микробиологические показатели молока без фильтрации при минимальной санитарно-гигиенической подготовке вымени коров (ОАО СХП «Красноармейкое»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$3{,}2 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84

Таблица 2 – Микробиологические показатели качества молока с использованием фильтра тонкой очистки при минимальной санитарно-гигиенической подготовке вымени коров (ОАО СХП «Красноармейкое»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$8{,}4 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84

Таблица 3 – Микробиологические показатели молока коровьего натурального без фильтрации при нормативной санитарно-гигиенической подготовке вымени коров (ОАО СХП «Калуга-Соловьевское»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$3{,}4 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84

органолептические, чистота, бактериальная обсемененность и содержание соматических клеток, должны соответствовать требованиям ГОСТ [9, 10, 18].

Преимущественно на молочных фермах России доение коров осуществляется в стойлах в переносные ведра или в молокопровод. Такая технология машинного доения не позволяет получать сырое молоко высшего и первого сортов. Имеющие технологии обработки молока после доения или несовершенны, или требуют дорогостоящего оборудования, что увеличивает себестоимость сырого молока. Уже на первоначальной стадии доения необходимо включать эффективные элементы первичной обработки молока.

Для повышения качества сырого молока на ферме установили механический фильтр тонкой очистки молока производства ООО «ГЕРА».

Результаты исследований

При машинном доении коров операторы доения, как правило, подготавливают корову в течение 10–15 секунд. Проводят, так называемую, санитарно-гигиеническую подготовку. При такой технологии доения осуществляли оценку качества молока по микробиологическим показателям КМАФАнМ с установкой и без установки фильтра тонкой очистки в технологии первичной обработки молока (табл. 1).

Выявили, что микробиологические показатели без установки фильтра тонкой очистки составили $3{,}2 \cdot 10^6$ КОЕ/1г, а с установкой – $8{,}4 \cdot 10^5$ КОЕ/1г. Уровень микробиологических показателей снизился в 3 раза (табл. 1, 2).

При выполнении операторами доения 60 секундной подготовки вымени коров к доению микробиологические показатели без установки фильтра тонкой очистки составили

Таблица 4 – Микробиологические показатели молока коровьего натурального с фильтрацией при нормативной санитарно-гигиенической подготовке вымени коров (ОАО СХП «Калуга-Соловьевское»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей пказатели	Наименование НД на методы испытаний
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$2{,}6 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84

Таблица 5 – Показатели молока коровьего натурального без фильтрации (ООО «Совхоз «Береговой»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Степень чистоты	II	I-III	ГОСТ Р52054-03	ГОСТ 8218-89
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$4{,}5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84
Соматические клетки, тыс./см^3, не более	625±62,5	$5 \cdot 10^5$–$1 \cdot 10^6$	–/–	ГОСТ 23453-90

Таблица 6 – Показатели молока коровьего натурального с фильтрацией (ООО «Совхоз «Береговой»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Степень чистоты	I	I-III	ГОСТ Р52054-03	ГОСТ 8218-89
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$1{,}8 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 9225-84
Соматические клетки, тыс./см^3, не более	425±42,5	$5 \cdot 10^5$–$1 \cdot 10^6$	–/–	ГОСТ 23453-90

$3{,}4 \cdot 10^4$ КОЕ/1г, а с установкой $2{,}6 \cdot 10^4$ (табл. 3, 4). Уровень микробиологических показателей снизился в 1,3 раза. Таким образом, уровень микробиологических показателей сырого молока зависит в большей степени от качества подготовки вымени перед доением операторами машинного доения. Однако в производственных условиях данные требования не выдерживаются, и установка фильтра тонкой очистки необходима. Как отмечалось выше, микробиологические показатели сырого молока улучшаются в 4 раза и соответствуют высшему и первому сортам.

Более глубокое изучение показателей качества сырого молока при первичной обработке изучали в следующей серии опытов (табл. 5–8) на молочных фермах сельскохозяйственных предприятий ООО «Совхоз «Береговой» и ООО «Заря».

Качество молока сырого оценивали по степени чистоты, микробиологическим показателям и соматическим клеткам. Показатель степени чистоты молока при установке фильтра тонкой очистки изменяется с 2 на 1 класс на молочных фермах в рассматриваемых хозяйствах. Микробиологические показатели без установки фильтра тонкой очистки составили $4{,}5 \cdot 10^6$ КОЕ/1г (ООО «Совхоз «Береговой») и $7 \cdot 10^4$ КОЕ/1г (ООО «Заря»), а с установкой соответственно по предприятиям – $1{,}8 \cdot 10^5$ и $4 \cdot 10^3$ КОЕ/1г и. Уровень микробиологических показателей снизился в десятки раз. Эти данные свидетельствуют о широких возможностях исследуемого фильтра тонкой очистки.

Уровень заболеваемости вымени коров субклинической формой мастита оценивается по показателям соматических клеток. Они определяют уровень содержания мезофильных анаэробных лактосбраживающих бактерий. Соматические клетки без установки фильтра тонкой очистки составили 624 тыс./см^3 ООО «Совхоз «Береговой» и 860 тыс./см^3 ООО «Заря», а с установкой соответственно по предприятиям – 425 тыс./см^3 и 450 тыс./см^3. Уровень соматических клеток снизился в 1,5…2 раза (табл. 5–8).

Выводы

1. Показатели качества сырого молока, такие как степень чистоты, микробиологические показатели КМАФАнМ и соматические клетки, уменьшаются в несколько раз при очистке молока фильтром тонкой очистки в процессе машинного доения при стандартной подготовке вымени коров к доению.

2. Минимальная санитарно-гигиеническая подготовка вымени коров к доению (10…15 секунд) значительно ухудшает качество молока.

Таблица 7 – Показатели молока коровьего натурального без фильтрации (ООО «Заря»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Степень чистоты	II	I-III	ГОСТ Р52054-03	ГОСТ 8218-89
Соматические клетки, тыс./см^3, не более	860±74,5	$1 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 23453-90
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$7 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	–/–	ГОСТ 9225-84

Таблица 8 – Показатели молока коровьего натурального с фильтрацией (ООО «Заря»)

Наименование показателей в единицах измеряемых содержаний	Результат испытаний, ±	Максимально допустимый уровень показателей	Наименование НД, регламентирующей показатели	Наименование НД на методы испытаний
Степень чистоты	I	I-III	ГОСТ Р52054-03	ГОСТ 8218-89
Соматические клетки, тыс./см^3, не более	450±42,3	$1 \cdot 10^6$	СанПиН 2.3.2.1078-01	ГОСТ 23453-90
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/1г	$4 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^5$–$4 \cdot 10^6$	–/–	ГОСТ 9225-84

Список литературы

1. Рыбалова Т. И. Импорт молочных продуктов в первый год продэмбарго // Молочная промышленность. 2015. № 12. С. 4–8.

2. Лабинов В. В. Итоги 2015 года и новые драйверы развития молочного животноводства // Молочная промышленность. 2016. № 2. С. 4–8.

3. Пономарев А. Н. Об импортозамещении // Молочная промышленность. 2015. № 8. С. 4–5.

4. Горощенко Л. Г. Импорт и экспорт молочной продукции // Молочная промышленность. 2016. № 2. С. 12–14.

5. Рыбалова Т. И. Существуют ли справедливые цены на молоко? // Молочная промышленность. 2015. № 7. С. 4–7.

6. Суровцев В. Н., Никулина Ю. Н. Справедливые цены» на молоко и долгосрочные интересы отрасли // Молочная промышленность. 2016. № 1. С. 4–6.

7. Пономарев А. Н. Что мешает и что может способствовать развитию молочной отрасли // Молочная промышленность. 2015. № 11. С. 4.

8. XIV Международный форум-выставка «Молочная и мясная промышленность» // Молочная промышленность. 2016. № 4. С. 8–11.

9. Юрова Е. А. Нормирование показателей качества и идентификационных характеристик молока-сырья // Молочная промышленность. 2015. № 8. С. 26–28.

10. Парфенова Е. А. Прослеживаемость как инструмент обеспечения качества и безопасности готового // Молочная промышленность. 2016. № 2. С. 20–22.

11. Альтернативные варианты обработки молока / Б. И. Вагин, Г. Н. Самарин, В. А. Шилин, Е. В. Шилин // Сельский механизатор. 2015. № 5. С. 20–22.

12. Козлов А. Н. Повышение работоспособности доильной установки // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 66. С. 42–47.

13. Козлов А. Н. Проблемы эксплуатации резервуаров первичного охлаждения молока // АПК России. 2015. Т. 74. № 1. С. 81–85.

14. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока / Х. Х. Губейдуллин, И. И. Шигапов, Н. В. Чумакова, В. А. Кологреев // Сельский механизатор. 2011. № 1. С. 28–29.

15. Чилтон М., Видякин М. Особенности внедрения мембранных технологий в молочной промышленности // Молочная промышленность. 2016. № 3. С. 19–20.

16. Новые виды текстильных фильтров / Х. Х. Губейдуллин [и др.] // Сельский механизатор. 2015. № 4. С. 32.

17. Renner E. Micronutrients. In: Mild and Milk Based Food Products. Elsevier Applied Science Publishers. London, New York, 1989.

18. Kumar P., Sharma N., Ranjan R., Kumars., Bhat Z.F., Jeonq D.K. Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review // Asian Australas J AnimSci. 2013. V. 26(9). P. 1347–1358.

Козлов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

* * *

УДК 637.52

ПОКРЫТИЕ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ХИТОЗАНА В ТЕХНОЛОГИИ МЯСОПРОДУКТОВ

А. В. Моргунова

Приведены результаты исследований по разработке способа получения колбасных изделий без оболочки с использованием активированных растворов хитозана. Целью научного эксперимента является повышение экологичности технологического процесса, улучшение показателей безопасности готового продукта и влагоудерживающих показателей готовой продукции без ухудшения ее органолептических показателей. Вследствие комплексной обработки полученных экспериментальных данных с точки зрения формирования наилучших качественных характеристик следует рекомендовать следующие параметры проведения коагуляции: раствор на основе анолита электрохимически активированной воды, подвергнутой кавитации, и хитозана пищевого водорастворимого в концентрации 2%; уровень pH среды 3,5–4,5 ед., температура 55–70 °С. Продолжительность тепловой коагуляции была определена опытным путем в интервале 4–5 минут, этого времени достаточно для укрепления поверхностного слоя и образования съедобного покрытия в виде оболочки. Дальнейшую термическую обработку колбасных изделий следует производить при температуре греющей среды 80–85 °С и относительной влажности 100% (пар) до достижения температуры в центре продукта 70–72°С. В результате проведенного эксперимента получены образцы колбасных изделий, представляющие собой колбасные батончики без наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков, на поверхности которых образовалась защитная съедобная пленка. Качественные и микробиологические показатели колбасных изделий без оболочки исследованы совместно с испытательным центром ФГБУ «Ставропольская межобластная ветеринарная лаборатория» и соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.1078-01. Изобретение относится к пищевой промышленности и может быть использовано при производстве широкого спектра продуктов питания, таких как колбасные изделия и эмульгированные мясопродукты без оболочки.

Ключевые слова: хитозан, активация, эксперимент, кавитация, биотехнологии.

В России биотехнологии признаются приоритетным направлением научно-технического прогресса, развитие биотехнологий является одним из разделов Федеральной целевой программы «Национальная технологическая база», а ряд разделов биотехнологии включен в перечень критических технологий Российской Федерации [1, 2].

В настоящее время использование в мясной промышленности и разработка новых пищевых покрытий привлекает внимание многих ученых. Именно данный вид упаковки может рассматривается как фактор управления качеством и безопасностью пищевого продукта. Используя инновационные разработки в технологии получения пищевых покрытий можно обеспечить необходимый состав среды внутри оболочки, соприкасающейся с пищевым продуктом, повышая при этом безопасность, безвредность и экологические характеристики готового продукта, так как в случае использования съедобного пищевого покрытия полностью исключается такая общемировая проблема, как утилизация упаковочных материалов после использования продуктов питания.

Вареные колбасные изделия являются наиболее востребованными на рынке мясопродуктов. Объем их производства в настоящее время

составляет более половины от общего количества вырабатываемых мясных изделий. Однако эта продукция зачастую имеет ограниченный срок хранения, что существенно затрудняет ее реализацию: рекомендованные сроки годности вареной колбасной продукции, вырабатываемой по ГОСТ Р 52196-2011, в натуральной оболочке и искусственной белковой оболочке типа «Белкозин» составляют не более 5 суток [3, 4]. Согласно данным экспертизы качества колбасных изделий по физико-химическим и структурно-механическим показателям вареные колбасные изделия содержат более 60 % влаги, имеют плотную консистенцию, низкое содержание поваренной соли, лишь в незначительной степени при обжарке подвергаются воздействию коптильных веществ, поэтому они подвержены более быстрой порче, чем сырокопченые, варенокопченые и полукопченые колбасы [5]. Наиболее важными факторами, влияющими на сохранение мясопродуктов, являются активность воды, температура, окислительно-восстановительный потенциал, уровень pH среды и микробиологическое обсеменение [6].

В современных условиях уделяется большое внимание поиску технологических решений для пролонгации сроков годности вареных колбасных изделий. Для этого используют новые виды оболочек и покрытий, различные пищевые добавки химического, биологического и природного происхождения, которые применяются как для непосредственного введения при куттеровании, так и для обработки поверхности колбас с целью улучшения гелеобразующей, эмульгирующей, водосвязывающей и жироудерживающей способностей готового продукта [7].

Весьма перспективно использование съедобных покрытий, пленкообразующей основой которых являются природные полимеры – полисахариды. Пленки на основе полисахаридов защищают пищевой продукт от потерь массы (за счет уменьшения скорости испарения влаги) и создают определенный барьер проникновению кислорода и других веществ извне, замедляя тем самым процессы, обусловливающие порчу продукта. Также в их состав можно вводить различные наполнители и функциональные добавки (пищевые масла, D-глюкозу, аскорбиновую кислоту, поглотители кислорода, консерванты, адсорбенты влаги, препараты, обладающие фунгицидной и бактерицидной активностью), что позволяет обогащать продукт минеральными веществами, витаминами, комплексами микроэлементов, компенсируя тем самым дефицит необходимых человеку пищевых ингредиентов [8].

Целью данного исследования являлось обоснование термического способа получения хитозановых пленок и выбор условий, обеспечивающих потерю ими растворимости в кислых водных средах при сохранении высокой прочности и сорбционной способности по отношению к воде. В ходе проведения научного эксперимента нами был использован водорастворимый хитозан, который получают из высокомолекулярного хитозана путем химического или ферментативного гидролиза [9].

По стандарту уровень pH воды регламентируется в диапазоне от 6,5 до 9 единиц, однако фактически он зачастую может значительно колебаться, что приводит к увеличению временных затрат на растворение хитозана и его производных, к тому же питьевая вода может содержать различные примеси и загрязнения, ухудшающие ее качество. В связи с вышеизложенным наиболее экологически чистым растворителем является кислая фракция электрохимически активированной воды, подвергнутая кавитационной дезинтеграции (КВ+КДВ). Кислую фракцию электроактивированной воды получали в анодной зоне биоэлектроактиватора. Кавитационную дезинтеграцию водных растворов проводили с использованием аппарата «Hielscher Ultrasound Technology UP». Анолит (КВ) имеет уровень pH 2…4,5, что значительно интенсифицирует процесс растворения хитозана. Эффект усиления растворимости хитозана в (КВ+КДВ)-воде заключается в способности синпериодической кавитации создавать термодинамически неравновесные состояния воды, придавая ей ряд уникальных свойств, в том числе и аномально высокую растворяющую способность [10].

Способ осуществляется следующим образом. Приготовленный в соответствии с действующей рецептурой фарш загружают в формующее устройство, затем сосисочную эмульсию шприцуют отрезками на специализированных автоматах, оснащенных формующими гильзами, например, типа сосисок длиной по 5–6 см. Сформованные колбасные изделия методом погружения попадают в коагуляционный раствор, находящийся в ванне, представляющей собой резервуар, оснащенный устройствами для подвода греющей среды. С целью регулирования температуры ванна оснащена термопарой. Для подбора оптимальной концентрации хитозана в коагуляционном растворе, при которой

происходило формирование пленки, был проведен поисковый эксперимент в концентрациях 0,1; 0,25; 0,5; 1 и 2 % с использованием питьевой водопроводной воды. Образующиеся растворы представляли собой устойчивые гомогенные системы. Дальнейшее увеличение концентрации хитозана приводило к значительному возрастанию вязкости, ухудшению его растворимости и экономически нецелесообразно. Результаты поискового эксперимента показали, что с точки зрения наилучшего эффекта по формированию защитного покрытия на поверхности колбасных изделий обладал хитозан в концентрации 2 %. Продолжительность тепловой коагуляции была определена опытным путем в интервале 4–5 минут, этого времени достаточно для укрепления поверхностного слоя и образования съедобного покрытия в виде оболочки.

Вследствие комплексной обработки полученных экспериментальных данных с точки зрения формирования наилучших качественных характеристик и снижения себестоимости, следует рекомендовать следующие параметры проведения коагуляции: раствор на основе анолита электрохимически активированной воды, подвергнутой кавитации, и хитозана пищевого водорастворимого в концентрации 2 %; уровень pH среды 3,5–4,5 ед., температура 55–70 °С, продолжительность тепловой коагуляции в интервале 4–5 минут [11].

Дальнейшую термическую обработку колбасных изделий следует производить при температуре греющей среды 80–85°С и относительной влажности 100 % (пар) до достижения температуры в центре продукта 70–72 °С.

Следует отметить, что все образцы колбасных изделий, выработанных в ходе эксперимента, представляли собой колбасные батончики без наплывов фарша, слипов, бульонных и жировых отеков, на поверхности которых образовалась защитная съедобная пленка. Органолептическая оценка опытных образцов колбасных изделий показала, что в процессе хранения сохранялись хороший товарный вид и вкусовые качества. Кислотность всех образцов на протяжении срока хранения оставалась неизменной. Качественные и микробиологические показатели колбасных изделий без оболочки исследованы совместно с испытательным центром ФГБУ «Ставропольская межобластная ветеринарная лаборатория» и соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.1078-01 [12]. Таким образом, покрытие на основе активированных растворов хитозана обеспечивает получение экологически безвредного пищевого пленочного покрытия, способствующего пролонгации сроков годности продукции и одновременным сохранением ее качества.

Использование предложенного способа производства колбасных изделий без оболочки позволяет получить определенный экономический эффект, обусловленный снижением стоимости исходных материалов и повышением товарного вида и качества покрытия и готового продукта в целом, сокращением времени технологического процесса.

Так как контаминация микроорганизмов начинается преимущественно с поверхностного слоя, то наличие защитного покрытия на основе хитозана препятствует развитию патогенной микрофлоры. Механизм антибактериального воздействия на микроорганизмы можно объяснить влиянием хитозана на целостность наружной мембраны микробных клеток, усилением их проницаемости до пределов несовместимых с их жизнедеятельностью [13]. Кроме того, анолит, подвергнутый кавитационной дезинтеграции, обладает выраженными бактерицидными свойствами и является антисептиком и консервантом, что также способствует пролонгации сроков годности колбасных изделий.

Таким образом, вышеизложенные сведения свидетельствуют о возможности осуществления способа производства колбасных изделий без оболочки на основе активированных растворов хитозана, в том числе в промышленных условиях, а также о возможности достижения указанного технического результата при воплощении и совокупности его признаков.

Список литературы

1. Мамонтова Т. В., Айбазов А. М., Русакова О. С. Современные тенденции развития мирового и российского рынка биотехнологий в животноводстве // Сборник науч. тр. Всерос. науч.-исслед. института овцеводства и козоводства. 2014. Т. 2. № 7. С. 292–300.

2. Ткаченко М. А. Логистические подходы в розничной торговле потребительской кооперации // Тенденции и перспективы развития современной науки и практики : IV междунар. науч.-практ. конференция. 2014. С. 101–103.

3. ГОСТ Р 52196-2011. Изделия колбасные вареные. Технические условия.

4. Якубова Э. В., Дрижд Н. А. Технический регламент как инструмент обеспечения безопасности пищевых продуктов // Материалы II-й ежегодной науч.-практ. конф. Севе-

ро-Кавказского федерального университета «Университетская наука – региону» / под ред. Л. И. Ушвицкого, Н. Н. Яковенко. Ставрополь : Изд.-информ. центр «Фабула», 2014. 252 с.

5. Экспертиза качества продовольственных товаров (мясо и мясопродукты): Учебно-методическое пособие / сост. М. Д. Губина. Новосибирск : СибУПК, 2011. 112 с.

6. Трегубова Н. В., Ожередова Н. А. Современные способы увеличения сроков годности рыбной продукции // Материалы I ежегодных международных науч.-практ. чтений Ставропольского института кооперации (филиал) БУКЭП : сб. междунар. конф. проф.-преп. состава и аспирантов СтИК (филиал) БУКЭП. Ставрополь, 2015. С. 215–219.

7. Моргунова А. В. Использование хитозана для получения пленкообразующего покрытия колбасных изделий // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 4(20). С. 55–58.

8. Садовой В. В. Разработка научных принципов проектирования состава и совершенствования технологии многокомпонентных мясных изделий с использованием вторичных ресурсов пищевой промышленности : автореф. дис. … д-ра техн. наук. Ставрополь, 2007. 48 с.

9. Исследование молекулярных структур хитозана и сукцината хитозана / В. В. Садовой [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 3. С. 34–36.

10. Rashmi D. C. Modeling acoustic cavitation with bubble redistribution / 6-th International Symposium on Cavitation. Wageningen, 2006.

11. Моргунова А. В. Разработка технологии мясопродуктов с использованием кавитационно-дезинтегрированных систем : автореф. дис. … канд. техн. наук. Ставрополь, 2012. 24 с.

12. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). М. : ФГУП «Интер-СЭН», 2012.

13. Sadovoi V. V., Guzenko V. I., Shlykov S. N., Omarov R. S., Shchedrina T. V. The study of molecular structure of chitosan and the determination of the possibility of its use in meat production / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. № 6. С. 613–616.

Моргунова Анна Викторовна, канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и технологии общественного питания, Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права.

E-mail: hrynya@mail.ru.

* * *

УДК 637.03:637.12

ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

М. Б. Ребезов, О. В. Зинина, Г. Н. Нурымхан, А. Н. Нургазезова, Ф. Х. Смольникова

Представлен обзор современного состояния использования вторичного сырья на предприятиях молочной отрасли. Обозначены проблемы, сложившиеся в данном направлении: на большинстве предприятий молочной отрасли сыворотка сливается в канализацию, при этом загрязняется окружающая среда и теряется ценное в пищевом отношении сырье, которое при рациональном подходе можно перерабатывать и получать дополнительную прибыль. Акцентируется внимание на высокой пищевой и биологической ценности вторичного молочного сырья, в частности сыворотки. Рассмотрены существующие технологии переработки сыворотки: ультрафильтрация и другие мембранные технологии, сгущение и сушка, гидролиз и ферментация, изомеризация лактозы. Вторичное молочное сырье может быть использовано для производства продукции различного назначения. Например, широкое распространение получили концентраты сывороточных белков, лактулоза, кормовые добавки, деминерализованная сыворотка, пермеат, продукты на основе альбумина, биоконсерванты и др. Сыворотку и продукты из нее применяют в различных отраслях: в производстве хлебобулочных изделий, мясопродуктов, кондитерских изделий, соусов, обогащенных молочных продуктов, в продуктах функционального назначения; для кормления сельскохозяйственных животных как в натуральном виде, так и в виде полученных из нее препаратов и кормовых добавок. На основе приведенного анализа современного опыта переработки вторичного молочного сырья можно сделать вывод, что оно имеет высочайшую биологическую ценность, содержит огромное количество полезных для здоровья веществ, имеет широкую область применения и фактически является уникальным сырьем для инновационных разработок в области пищевой промышленности.

Ключевые слова: вторичное сырье, сыворотка, лактулоза, функциональные продукты.

В настоящее время отходы растительного и животного сырья играют значительную роль в решении таких проблем, как продовольственные, экологические и энергетические. Их следует рассматривать как дополнительные источники продуктов животного происхождения.

Образуются отходы в процессе транспортирования, хранения и переработки. Основными отраслями, связанными с их образованием, являются: общественное питание, пищевая и перерабатывающая промышленность, сельское хозяйство.

Из пищевых отходов можно получить белок, аминокислоты, витамины, ферменты, минеральные элементы и ряд других видов продукции, таких как натуральные красители, пектин, органические кислоты, этиловый спирт, использовать для кормления животных [1].

Из отходов, которые непригодны для переработки на пищевые цели, можно получать кормовой белок, натуральные экологически безопасные удобрения, биогаз.

Общая концепция безотходной технологии зависит от технологических особенностей, уровня организации производства и направлена на решение важнейших задач по эффективному использованию ресурсов и снижению поступления вредных веществ в окружающую среду.

Рассмотрим источники образования и использования отходов на примере молочной промышленности.

В процессе обработки молочных продуктов из цельного молока образуется вторичное молочное сырье – обезжиренное молоко, сыворотка, пахта. Обезжиренное молоко по химическому составу отличается от цельного практически только отсутствием жира.

Молочная сыворотка – белково-углеводное сырье, получаемое при производстве творога, сыра. По полезности она даже превосходит молоко, так как биологическая ценность белков сыворотки (альбумина, глобулина) выше биологической ценности казеина. В молочной сыворотке присутствуют антибиотические вещества (низин) [3].

Существует несколько сложившихся направлений переработки сыворотки:

– использование в натуральном виде и в виде концентратов;

– выделение отдельных компонентов;

– биологическая конверсия лактозы и сывороточных белков [4].

Самой ценной частью всех видов вторичного молочного сырья является белок. В настоящее время организовано производство пищевых растворимых концентратов из обезжиренного молока: казеинатов, казецитов, копреципитатов [4, 5]. Они содержат белка в 2,5 раза больше, а лактозы – в 50 раз меньше, чем сухое обезжиренное молоко. Применяются в качестве добавок при выработке колбасных изделий, мясных, рыбных, хлебных и других продуктов детского питания.

С развитием крупных молокоперерабатывающих предприятий сыворотка стала рассматриваться как отход производства. Она сливается в канализацию, а предприятия облагаются штрафами за загрязнение окружающей среды [6]. Загрязняющее действие молочной сыворотки обусловлено содержанием в ней значительного количества органических соединений. Проблематично создание очистных установок для сточных вод с сывороткой на многочисленных молокоперерабатывающих предприятиях, поэтому рациональным является ее промышленная, безотходная переработка.

Чтобы избежать загрязнения водоемов и грунтовых вод, были предприняты попытки ее использования для удобрения полей. Установлено, что при содержании сыворотки в сточных водах предприятия более 10% происходит подавление роста многих сельскохозяйственных культур, степень которого сильно зависит от типа почв и вида растения.

Слив сыворотки в канализацию и попадание ее в водоемы не только неблагоприятен для окружающей среды, но и не оправдан с экономической точки зрения [6]. Разумное применение молочной сыворотки заслуживает внимания с точки зрения более полной утилизации всех составных частей молока.

Исследование отечественных и зарубежных данных показывает, что проблема рационального использования молочной сыворотки как оказалось, не решена полностью ни в одной стране. В настоящее время известны следующие основные направления использования молочной сыворотки в различных продуктах питания, представленные на рисунке 1 [7].

По вопросу использования сыворотки в необработанном виде для кормления животных проведено значительное количество исследований. Введение сыворотки в кормовые рационы повышает их биологическую ценность, способствует лучшей переваримости и усвояемости растительных кормов. Использование натуральной сыворотки для скармливания сельскохозяйственным животным является вполне оправдавшим себя направлением [4].

Для переработки подсырной сыворотки используют метод ультрафильтрации. Полученный данным методом концентрат белков (ретентат) используют для получения белковых продуктов, а полученный фильтрат (пермеат) подсгущают и направляют на обратноосмотическую установку или вакуум-выпарной аппарат.

Прогноз на XXI век показывает, что, несмотря на достигнутый значительный прогресс в вопросе переработки сыворотки, «проблема сыворотки» сменилась «проблемой пермеата» [6].

Одним из наиболее важных открытий в области переработки сыворотки является технология получения лактулозы. Она является мощным фактором роста бифидобактерий и признана мировым сообществом бифидус-фактором №1 [8]. По мнению экспертов Международной молочной федерации в производстве молочных продуктов наступает век «бифидомании». Связано это с тем, что бифидобактерии являются основным биологическим фактором, обеспечивающим нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта. Бифидогенная активность лактулозы доказана многочисленными исследованиями. Лактулоза применяется, например, при лечении печеночной недостаточности и системной энцефалопатии, желудочно-кишечных заболеваний. В толстом кишечнике лактулоза является питательной средой для

развития бифидобактерий и лактобактерий, рост которых в ее присутствии резко увеличивается. Выделяющаяся при этом молочная кислота подавляет жизнедеятельность патогенной микрофлоры.

Часто применяемые промышленные способы получения лактулозы основаны на щелочной изомеризации лактозы по механизму LA-трансформации [9]. Эта технология позволяет получить сироп, состоящий из лактозы и лактулозы. Для получения более чистых препаратов лактулозы необходима очистка сиропов от лактозы.

Гидролиз позволяет придать сыворотке новые свойства и расширить возможности для ее переработки на напитки. Предварительная ферментация сыворотки позволяет обеспечить повышение степени ее сладости примерно в 3 раза. Дает возможность употреблять напитки людям, страдающим от непереносимости лактозы.

Перспективное направление переработки сыворотки – производство белковых продуктов. Благодаря развитию мембранных технологий открылись широкие возможности целенаправленного извлечения белков из молочной сыворотки и получения на их основе продуктов с разнообразными функциональными свойствами. Например, с помощью мембранных технологий получают такие продукты, как молоко альбуминное, творог альбуминный, пасты десертного и закусочного назначения [10]. Молоко альбуминное – концентрат молочного белка (альбумина) – полуфабрикат для выработки альбуминного творога, колбасных изделий и др. продуктов.

Альбумин молочный пищевой получается из обезжиренной сыворотки при производстве сыров и творога. Применяется в колбасном производстве, при приготовлении паштетов и др.

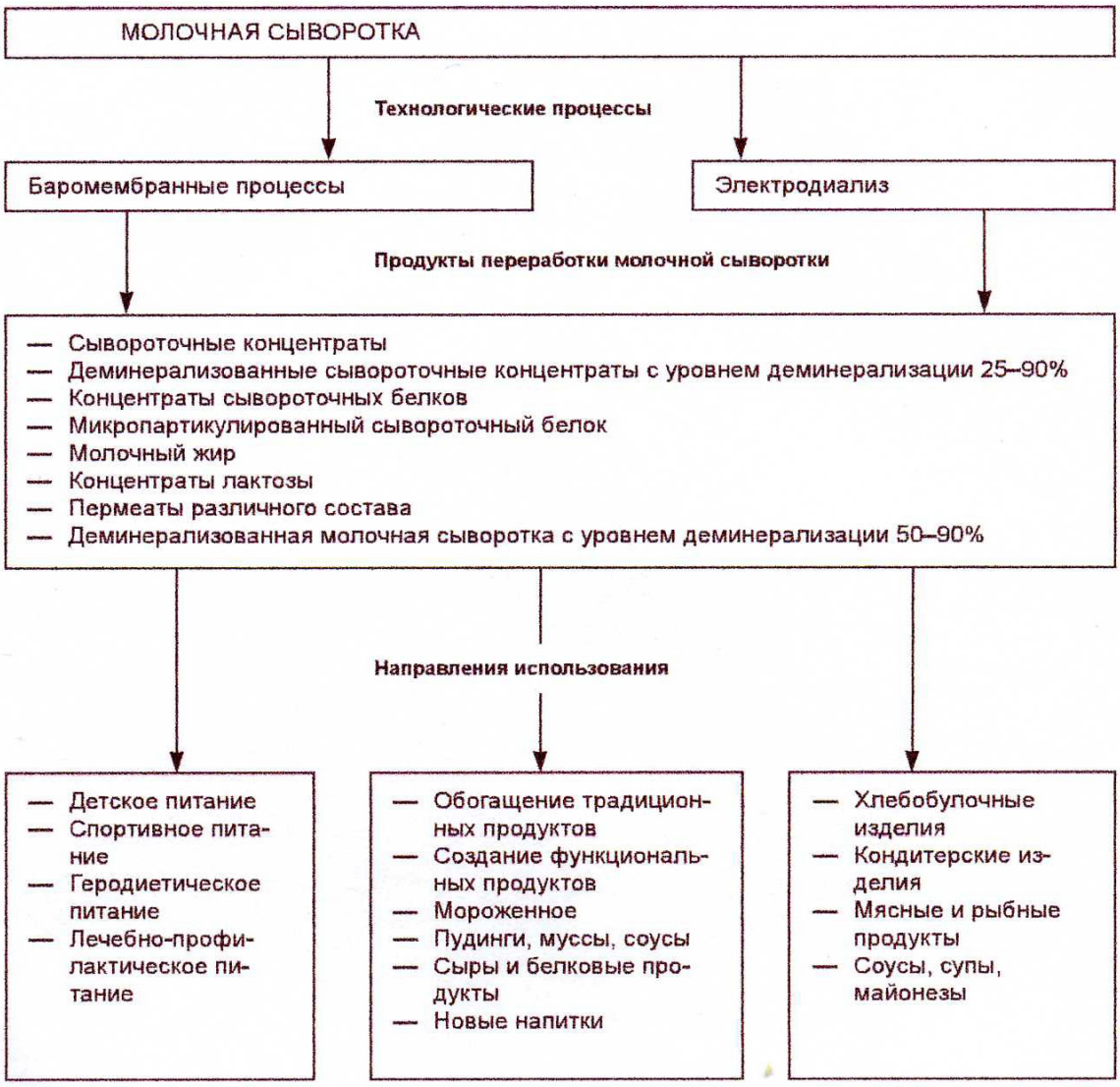


Рис. 1. Структура применения молочной сыворотки и компонентов молока из сыворотки в различных продуктах питания [7]

продуктов. Творог альбуминный вырабатывается из молочной сыворотки, сквашенной заквасками, приготовленными на чистых культурах молочнокислых стрептококков и ацидофильной палочки. Он предназначен для непосредственного употребления в пищу. Сырки альбуминные – из альбуминного творога или смеси творога альбуминного и коровьего молока с добавлением вкусовых и ароматических веществ. Напиток «Альбус» – из сквашенного альбуминного молока, выделяемого из подсырной или творожной сыворотки в смеси с различными соками.

В последние годы внимание ученых всего мира приковано к изучению свойств сывороточных белков. Связано это с тем, что в настоящее время усиливается акцент на производство продуктов, позволяющих не только удовлетворить энергетические и питательные потребности человека, но также оказывать многостороннее действие на организм. Имеющиеся исследовательские данные позволяют заявлять огромный лечебно-профилактический потенциал сывороточных белков в лечении и профилактике заболеваний [11]. Они стимулируют клеточно-опосредованный и гуморальный иммунитет, улучшают состояние организма при стрессах, являются антиоксидантами, увеличивая количество глутатиона в тканях, и, возможно, вследствие этого оказывают ингибирующее действие на рост некоторых видов опухолей. Так, α-лактальбумин, используемый как добавка при лечении почечных заболеваний, корректирует низкий уровень сывороточного альбумина и гемоглобина/гематокрит в крови.

Сывороточные белки в процессе обработки часто изменяют свои функциональные свойства. Данное явление применяют для модификации их функциональных свойств. К основным методам модификации сывороточных белков относятся денатурация и агрегация, гидролиз, дезаминирование, гликозилирование, добавление других полимеров. Улучшить функциональные свойства сывороточных белков можно также путем смешивания различных компонентов и фильтрации.

Современные методы модификации сывороточных белков, основанные на комбинации мембранных методов, гидролиза и высокого давления, позволяют увеличить биологическую активность, снизить аллергенность, увеличить степень адсорбции аминокислот и улучшить пищеварение, повысить функциональные свойства – термостабильность, прозрачность растворов, текстурирующие свойства сырья.

Разработана технология твердого заменителя жира для производства мясопродуктов, основой которого являются сывороточные белки, богатые бета-лактоглобулином. Этот заменитель жира уже применяется для промышленного производства мясопродуктов с пониженным содержанием жира [6].

Использование мембранных методов, например, микро- и ультрафильтрации, позволило получать изоляты сывороточных белков, которые используются в качестве заменителей яичного белка.

Также из молочной сыворотки производят биоконсерванты (лактоферрин, лактопероксидаза) с целью их использования в пищевых продуктах, специальных кормах, косметике [12].

Имеются данные о разработке косметической продукции для детей, включая мыло и лосьон, содержащие фракции сыворотки с низкой молекулярной массой (минеральные вещества сыворотки), полученные из изолята сывороточного белка сладкой сыворотки. Эта косметическая продукция применялась для лечения детей с атрофическими дерматитами.

Например, бычий *к*-казеингликомакропептид, полученный из подсырной сыворотки, можно использовать при производстве продуктов и напитков для людей, страдающих фенилкетонурией. Это единственный известный диетический белок, который не содержит ароматических аминокислот, в том числе и фенилаланина.

Одним из потребителей ингредиентов на основе молочной сыворотки является производство смесей детского питания. Такие смеси приближены к составу женского молока по белковому и углеводному компонентам и особенно по биологически активным веществам.

Молочная сыворотка и сывороточные белки являются также прекрасным сырьем или компонентом в составе рецептур при разработке новых продуктов функционального питания [13].

Накоплен огромный многолетний опыт по разработке, производству, использованию и оценке эффективности обогащенных продуктов питания в нашей стране и за рубежом. В последние годы все чаще появляются продукты, сочетающие в себе полный набор витаминов и минеральных веществ, одновременно обогащенные различными ценными компонентами: пищевыми волокнами, фосфолипидами, различным биологически активными добавками природного происхождения, которые оказывают защитное, стимулирующее или иное действие на физиологические системы и функции организма.

В настоящее время рынок продуктов функционального питания на 65% состоит из молочных продуктов, в состав которых входят бифидобактерии и /или молочнокислые микроорганизмы, а также стимуляторы их роста; биологически активные белки, пептиды; олигосахариды; витамины; минеральные вещества; пищевые волокна и другие нутриенты.

В связи с этим перед молочной промышленностью в XXI веке стоит перспективная научно-техническая проблема – на базе достигнутого уровня биотехнологии развить новые направления, отвечающие современной концепции «здорового питания».

Развитие этих направлений в молочной промышленности позволит решить социально-экономические проблемы:

– обеспечить широкие слои населения специальными продуктами питания и лекарственными препаратами;

– создать принципиально новую гамму продуктов направленного действия;

– разработать продукты для всех возрастных групп (от детских до геродиетических) не только высокой пищевой и биологической ценности, но и с высокими регуляторными функциями [14].

На основе вышеизложенного анализа современного опыта переработки вторичного молочного сырья можно сделать вывод, что молочное сырье имеет высочайшую биологическую ценность, содержит огромное количество полезных для здоровья веществ, имеет широкую область применения и фактически является уникальным сырьем для инновационных разработок в области пищевой промышленности.

Список литературы

1. Жукова Е. С., Журилкина И. В. Утилизация пищевых отходов на объектах экономики: современная ситуация в России и за рубежом // Экономика и управление: новые вызовы и перспективы. 2011. Т. 1. № 2. С. 379–381.

2. Храмцов А. Г., Василисин С. В. Рациональное использование обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки : науч.-техн. рекомендации. Ставрополь : [б. и.], 2011. 105 с.

3. Храмцов А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья : учеб. пособие. М. : ГИОРД, 2009. 424 с.

4. Гаврилов Г. Б., Кравченко Э. Ф. Пути рационального использования сыворотки // Молочная промышленность. 2012. № 7. С. 47–48.

5. Дудникова О. А., Лодыгин А. Д., Храмцов А. Г. Перспективы использования молочной сыворотки // Молочная промышленность. 2010. № 7. С. 42–43.

6. Направления промышленной переработки сыворотки / А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов, П. Г. Нестеренко, Д. А. Дубиков // Переработка молока. 2006. № 3. С. 32–35.

7. Анализ переработки молочной сыворотки и создание перспективных ресурсосберегающих технологий / И. А. Евдокимов, М. С. Золоторева, Д. Н. Володин, В. С. Сомов // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 1. С. 37–44.

8. Biavati B., Vescovo M., Torriani S., Bottazzi V. Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications // Annals of Microbiology. 2000. № 50. P. 117–131.

9. Бурцев Д. Г., Чернобаев В. Н. Бифидогенный концентрат «Лактобел» // Молочная промышленность. 2010. № 7. С. 43.

10. Волкова Т. А., Кравченко Э. Ф. Типовые технологические инструкции по производству продуктов из сыворотки // Молочная промышленность. 2011. № 5. С. 68.

11. Храмцов А. Г. Феномен молочной сыворотки. СПб. : Профессия, 2011. С. 745–771.

12. Красноштанова А. А., Рытченкова О. В. Выделение лактоферрина и лактопероксидазы из молочной сыворотки // Экология и промышленность России. 2011. № 11. С. 48–51.

13. Вторичное молочное сырье в производстве функциональных продуктов / И. А. Евдокимов [и др.] // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 1(34). С. 116–119.

14. Развитие технологий функциональных и специализированных продуктов питания животного происхождения : учеб. пособие / Т. И. Бурцева, М. Б. Ребезов, Б. К. Асенова, С. В. Стадникова. Алматы : МАП, 2015. 216 с.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).

E-mail: pbio@ya.ru.

Зинина Оксана Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).
E-mail: zinoks-vl@mail.ru.

Нурымхан Гульнур Несиптайкызы, канд. техн. наук, и.о. доцента кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима.
E-mail: gulnu-n@mail.ru.

Нургазезова Алмагул Нургазезовна, канд. техн. наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента) кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима.
E-mail: almanya1975@mail.ru.

Смольникова Фарида Харисовна, канд. техн. наук, и.о. ассоциированного профессора (доцента) кафедры «Технология пищевых продуктов и изделий легкой промышленности», Государственный университет им. Шакарима.
E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

* * *

УДК 637.03

РАЗРАБОТКА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

М. Б. Ребезов, О. В. Зинина, Я. М. Ребезов, Е. П. Мирошникова, А. А. Соловьева

Представлен обзор разработок продуктов питания животного происхождения, технология изготовления которых основана на биотехнологических процессах. Методы биотехнологии имеют большие перспективы с различных точек зрения. Применение биотехнологий позволяет получать продукты высокого качества, с улучшенными органолептическими показателями, повышенной пищевой и биологической ценностью; реализовать после предварительной обработки мало востребованное коллагенсодержащее сырье в технологиях различных мясопродуктов; интенсифицировать технологические процессы изготовления продуктов, основанные на созревании мясного сырья (например, технологию производства сырокопченых колбас). Рассмотрены разработки сотрудников и студентов кафедры «Прикладная биотехнология» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет) по созданию продуктов питания животного происхождения на основе биотехнологических принципов обработки сырья: деликатесный продукт из мяса индейки, термообработанный рулет из мяса индейки, биойогурт функционального назначения, комбинированный кисломолочный напиток. Также приведен способ производства сырокопченых колбас и способ обработки коллагенсодержащего сырья. Модификация малоценного и низкосортного сырья и дальнейшее его привлечение в технологию пищевых продуктов, что позволит существенно расширить сырьевую базу и увеличить ресурсы трудно возобновляемого животного белка. Повышение эффективности производства неизбежно связано с поиском и разработкой нового высокопроизводительного оборудования и новых технологий. Современные технологии и оборудование, ориентированные на получение высококачественной продукции, должны в полной мере отвечать требованиям энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности, быть конкурентоспособны как на внутреннем, так и внешнем рынке. Это возможно, если в их основе лежат прогрессивные инновационные идеи.

Ключевые слова: биотехнологии, стартовые культуры, сырокопченые колбасы, биойогурт, деликатесный продукт, мясо индейки, коллагенсодержащее сырье.

В последнее время широко проводятся исследования по использованию бактериальных культур, благодаря которым можно управлять развитием вкуса, текстуры и вязкости, а также сохранять высокое качество продуктов питания [18].

Отмечено, что в Европе активно используются биотехнологические подходы к производству безопасных пищевых продуктов, данные литературы указывают, в настоящее время 25 % рациона в Европе и 60 % в других развитых странах составляют ферментированные пищевые продукты [19].

Методы биотехнологии имеют большие перспективы с различных точек зрения [16, 21]. С одной стороны, модификация низкосортного сырья и дальнейшее его привлечение в технологию мясопродуктов, что позволит существенно расширить сырьевую базу и увеличить ресурсы трудно возобновляемого животного белка, с другой – получение продуктов высокого качества, с улучшенными органолептическими показателями, повышенной пищевой и биологической ценностью. Кроме того, биотехнологические подходы к обработке сырья способствуют сокращению длительности технологических процессов, например, при созревании сырокопченых колбас [1, 3].

Нами проводятся научно-исследовательские работы по созданию продуктов питания

с использованием биотехнологических принципов при обработке сырья животного происхождения.

Так, предложен способ производства деликатесного продукта из мяса индейки (RU 2523358, МПК[5] A23L1/31, A23L1/318. Способ производства деликатесного мясного продукта / М.Ф. Хайруллин, М.Б. Ребезов, А.О. Дуць и др.; заявл. 07.02.2013; опубл. 20.07.2014), включающий посол предварительно подготовленного мясного сырья – мяса индейки, в присутствии препарата стартовых культур с последующей термообработкой в два этапа и охлаждением. Известны способы получения деликатесных продуктов с применением для обработки сырья стартовых культур и ферментных препаратов, однако указанные способы ограничены в выборе сырья, так как предусматривают использование только говядины, ограничивая тем самым ассортимент выпускаемой продукции [12, 13].

Предварительную подготовку осуществляют измельчением в виде нарезки сырья вдоль линии волокон толщиной 5±0,5 мм. При посоле в качестве стартовых культур используют препарат, представляющий собой смешанную культуру бактерий Pediococcus acidilactici, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricum, Lactobacillus casei в соотношении 3:4:2:1, сахара в виде глюкозы и лактозы в соотношении 11:9. Также во время посола вносят посолочную смесь, содержащую соль поваренную пищевую, перец черный молотый, базилик, мускатный орех. Время посола при постоянном перемешивании составляет 120–180 мин при температуре 16±2°С. После посола в мясное сырье вносят бактериостатики в виде лактата натрия, уксуснокислого натрия, лимоннокислого натрия, бензоата натрия, виннокислого натрия, взятых в соотношении 60:16:14:4:6. Первый этап термообработки осуществляют при температуре 55±2 °С в течение 85–100 мин, а второй этап термообработки осуществляют при температуре 70±2 °С в течение 9–12 мин с последующим охлаждением до температуры 4–6 °С.

Предлагаемые в изобретении стартовые культуры позволяют регулировать взаимосвязанное развитие биохимических, ферментативно-биологических и коллоидно-химических процессов. Особая роль в формировании качественных характеристик отводится денитрифицирующим микроорганизмам. Чем сильнее развивается протеолиз в мясных изделиях, тем нежнее становится сам продукт. Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricum, Lactobacillus casei обладают способностью интенсивно расщеплять легкоусвояемые белки мышечной ткани и параллельно расщеплять трудноусвояемые белки соединительной ткани, выделяя экзоферменты, чем и обусловлен прирост массы аминного азота – до трех раз интенсивнее убыли водорастворимого белка. Отмечается достоверная динамика снижения pH, что свидетельствует о накоплении молочной кислоты. Молочнокислая микрофлора в мясном сырье развивается стабильно и достаточно интенсивно, что обусловило более раннюю гибель бактерий группы кишечных палочек.

Пробиотик Pediococcus acidilactici способен к уничтожению, инактивированию и/или ингибированию патогенных микроорганизмов, кишечных патогенов, за счет метаболизма молочной кислоты и секреции бактериоцинов, известных как pediocins [21].

Бактериоцины представляют собой молекулы, по своей природе напоминающие белок, которые обладают бактерицидным эффектом, и по этой причине бактериоцин вызывает антагонистическую реакцию между бактерией, его продуцирующей, и другими одним или более видами бактерий [15]. Pediococcus acidilactici могут расти в широком диапазоне pH, температуры и осмотического давления. Использование этой культуры позволяет осуществлять ферментацию мясного сырья в условиях, являющихся оптимальными для течения технологического процесса деликатесного продукта [22].

Однако в связи с возможным излишним накоплением молочной кислоты в мясном сырье и возможным пороком цвета по этой причине авторами предложено внесение умеренного количества сахаров в виде глюкозы и лактозы – 0,2 % к массе мясного сырья. Сахар является питательной средой для микроорганизмов и обусловливают рост микрофлоры и продуцирование ею соответствующих метаболитов. Учитывая необходимость интенсивного образования молочной кислоты в мясе индейки на начальном этапе технологического процесса, питательной средой для бактериальных культур предложена глюкоза, а образование молочной кислоты в более поздние периоды обеспечивалось с помощью лактозы. В результате молочнокислого брожения при использовании моносахаридов быстрее снижается pH, чем при использовании лактозы.

В процессе технологической обработки мяса индейки возможно обсеменение сырья нежелательной микрофлорой, которая может

оказывать негативное влияние на качество деликатесного продукта. В предлагаемом способе используются бактериостатики, состав которых представлен компонентами: лактат натрия, уксуснокислый натрий, лимоннокислый натрий, бензоат натрия, виннокислый натрий, взятые в соотношении 60:16:14:4:6, в количестве 0,2 кг на 100 кг мясного сырья. Проведенные исследования показали отсутствие в опытных образцах патогенной микрофлоры. Результаты исследований показывают, что введение бактериостатиков обеспечивает более раннее отмирание санитарно-показательной микрофлоры, благодаря этому обеспечивается высокая гарантия микробиальной стабильности и безопасности при хранении деликатесной продукции. Бактериостатики вносятся в мясное сырье после посола, т.е. после процесса ферментации в водном растворе.

Способ приготовления деликатесного изделия из мяса индейки осуществляется следующим образом. Мясное сырье, предварительно подготовленное, нарезают вдоль линии волокон, масса кусочка не должна превышать 30 г. Посол осуществляют сухим способом. На стадии посола вносят стартовые культуры в количестве 0,07% к массе мясного сырья, предварительно растворив их в теплой воде с сахарами 20–23 °С и выдержав 10 минут для активации. В подготовленную воду для растворения препарата стартовых культур вносят глюкозу и лактозу в количестве 0,2 кг на 100 кг мясного сырья в соотношении 11:9. Посол осуществляют в течение 120–180 мин при температуре 16±2 °С. Мясное сырье перемешивают. После посола в мясное сырье вносят бактериостатики, мясное сырье перемешивают. Далее мясное сырье укладывают на перфорированные решетки и отправляют на термообработку, которую осуществляют в два этапа: первый этап термообработки осуществляют при температуре 55±2 °С в течение 85–100 мин; второй при температуре 70±2 °С в течение 9–12 минут. Готовый продукт подвергают охлаждению до температуры 4–6 °С.

Также предложен способ приготовления термообработанного рулета из мяса индейки (RU 2557108, МПК[5] A23L1/318, A23L1/315. Способ приготовления термообработанного рулета из мяса птицы / М.Б. Ребезов, С.В. Лукиных, О.В. Зинина и др.; заявл. 07.05.2014; опубл. 20.07.2015), предусматривающий использование в качестве исходного сырья филе индейки, обработку мякоти посолочной смесью путем равномерного распределения ее по мякоти, сворачивание в форму рулета, соединение мякоти внахлест, упаковку рулета, термическую обработку при температуре не выше 120°С в течение 30–50 мин, охлаждение при 6 °С. В качестве филе индейки используют мякоть с бедра или грудки, в стадии посола мякоть обрабатывают смесью из стартовых культур SAGA-1, представляющую собой смешанную культуру бактерий Pseudomonas acidilactici и Lactobacillus в количестве 0,06–0,07% к массе мясного сырья, далее массируют в растворе концентрированной молочной сыворотки и яблочного сока, взятых в количестве 4,0–5,0 кг и 8,0–10,0 кг на 100 кг мясного сырья соответственно, в течение 50–60 мин, а затем на отбитый пласт мяса индейки равномерно распределяют заранее подготовленную начинку, содержащую чернослив, мед пчелиный натуральный, масло оливковое, CO_2-экстракт ореха грецкого и CO_2-экстракт шалфея.

Известны способы получения термообработанных рулетов, однако в технологии их изготовления предусмотрена операция копчения, а использование коптильного дыма не позволяет рекомендовать данную продукцию для диетического и специализированного питания [5, 6].

Предлагаемый нами способ характеризуется тем, что в качестве исходного сырья используют мясо индейки – мякоть с бедра или грудки, что позволяет расширить ассортимент продуктов из птицы, а также снижает трудоемкость способа ввиду технологичности обработки. Мякоть с бедра или грудки индейку – одна из самых качественных и полезных частей. Мясо индейки содержит в большом количестве такие витамины, как А и Е. При этом в нем очень мало холестерина, и оно превосходно переваривается и легко усваивается в человеческом организме. В составе мяса индейки много нужных для человека микроэлементов, таких как железо и кальций, натрий и фосфор, калий и сера, йод, марганец и магний. Мясо индейки значительно превосходит куриное по содержанию железа, а по сравнению с говядиной – вдвое. Полезные свойства индейки обусловлены также тем, что в одной порции индюшатины содержится полная дневная норма омега-3 ненасыщенных жирных кислот, стимулирующих работу сердца и повышающих активность головного мозга [2].

Обработка мякоти индейки на стадии посола смесью стартовых культур SAGA-1, представляющую собой смешанную культуру бактерий Pseudomonas acidilactici и Lactobacillus), в количестве 0,06–0,07% к массе мясного сырья, позволяет обогатить продукт витаминами,

органическими кислотами и другими веществами, не содержащимися в мясе индейки, в конечном итоге получить продукт с заданными технологическими и органолептическими характеристиками. Выбранный препарат стартовых культур, а также установленная доза внесения его на стадии посола, позволяет сократить сроки посола за счет интенсификации производственного процесса и улучшить сенсорные показатели готовой продукции.

Массирование используемого мясного сырья осуществляют в растворе концентрированной молочной сыворотки и яблочного сока в соотношении 1:2. Это позволяет улучшить органолептические свойства готового продукта и регулировать биохимические процессы при производстве продукции, кроме того, такой процесс массирования способствует повышению качественных характеристик готовой продукции, обогащает ее необходимыми минеральными веществами, снижает использование поваренной соли, что рекомендует Всемирная организация здравоохранения.

Одной из особенностей способа является использование приготовленной заранее начинки, содержащей чернослив, мед пчелиный натуральный, масло оливковое, CO_2-экстракт ореха грецкого и CO_2-экстракта шалфея. Одновременное сочетание меда пчелиного натурального и чернослива в начинке придает готовому продукту легкий фруктово-медовый аромат и слегка сладковатый вкус.

Мед – ценнейший продукт питания, он содержит почти все микроэлементы (железо, цинк, йод, медь, марганец, фтор, кобальт и др.), а также макроэлементы (кальций, магний, натрий, калий, фосфор, хлор, сера и др.). В состав меда входят важнейшие ферменты: диастаза, амилаза, каталаза, фосфатаза. За счет содержания фитонцидов мед обладает бактерицидным действием. Основу меда составляют углеводы. Мед на 99,99% усваивается организмом, поскольку состоит в основном из простых сахаров: из моносахаридов (фруктоза, глюкоза) и дисахаридов (сахароза и др.) [14].

Способ приготовления термообработанного рулета из мяса индейки осуществляется следующим образом. Берут филе индейки с бедра как охлажденное, так и замороженное. Замороженное филе индейки размораживают при температуре не выше 10 °С в течение не более 20 часов до достижения температуры в толще грудной мышцы 1 °С. Филе промывают проточной холодной водой с температурой не выше 12 °С.

Мякоть разделывают на пласт, отбивают и осуществляют посол, вначале обрабатывают солью поваренной пищевой и смесью из стартовых культур SAGA-1 в количестве 0,06–0,07% к массе мясного сырья, без предварительной подготовки в сухом виде, время посола при этом составляет 120 мин при температуре +16 °С. Затем помещают мясное сырье в массажер периодического действия. Добавляют к индюшатине раствор концентрированной молочной сыворотки и яблочного сока, взятых в соотношении 1:2, сырье массируют циклически: время работы 8 мин, время покоя 4 мин, при скорости вращения 6–8 об/мин в течение 50–60 мин. Концентрированную молочную сыворотку и яблочный сок используют в количестве 4,0–5,0 кг и 8,0–10,0 кг на 100 кг мясного сырья соответственно.

После массирования на отбитый пласт мяса индейки равномерно распределяют заранее подготовленную начинку – смесь, состоящую из чернослива, меда пчелиного натурального, масла оливкового, CO_2-экстракт ореха грецкого и CO_2-экстракта шалфея. Чернослив инспектируют, промывают, отваривают в небольшом количестве питьевой воды в течение 7–10 минут; охлаждают, измельчают. В масло оливковое вносят экстракты грецкого ореха и шалфея в необходимом количестве в соответствии с рецептурой для равномерного растворения их. В смесительном устройстве ингредиенты начинки мясного рулета чернослив, мед пчелиный, масло оливковое и CO_2-экстракты перемешивают до однородной массы.

Филе индейки соединяют внахлест и плотно сворачивают в форму рулета. Рулет упаковывают и проводят термообработку в универсальном шкафу, при температуре не выше 120 °С в течение 60 мин по общеизвестной технологии. После термообработки проводят охлаждение в камере при температуре 3–6 °С, относительной влажности воздуха 90%. Технологический процесс считают законченным при достижении температуры 6 °С в толще рулета. Готовый продукт имеет овально-цилиндрическую форму массой нетто от 400 г. Рулет из мяса индейки имеет приятный запах и сочную консистенцию.

Разработан способ обработки коллагенсодержащего сырья, предусматривающий подготовку и измельчение сырья, смешивание его с активизированным бактериальным концентратом и белково-углеводной добавкой, перемешивание до однородной консистенции и выдержку. В качестве белково-углеводной добавки используют состав из порошка топинамбура, овсяной

муки и сухого обезжиренного молока, взятых в равном соотношении, в количестве 4–6% к массе измельченного сырья, активизированный бактериальный концентрат – Бифилакт-Про вносят в количестве 8–10% к массе измельченного сырья, а выдержку проводят при температуре 2–4 °С в течение 12–24 часов.

Использование в качестве белково-углеводной добавки смеси порошка топинамбура, овсяной муки и сухого обезжиренного молока позволяет повысить содержание легкоусвояемого белка и пищевых волокон. В порошке топинамбура в большом количестве содержится инулин, который обладает бифидогенным действием и способствует росту бифидобактерий [17]. Овсяная мука является источником растительного белка, и ее введение позволяет оптимизировать аминокислотный состав добавки. Кроме того, в порошке топинамбура и овсяной муке содержится большое количество пищевых волокон, которые также обладают пребиотическим действием. Росту молочнокислых и бифидобактерий также способствует молочный сахар, входящий в состав сухого обезжиренного молока, а содержание белка в нем достигает 30%. Пищевые волокна не только способствуют росту бактерий, входящих в состав бактериального концентрата, но и положительно влияют на перистальтику кишечника. Таким образом, добавление к смеси коллагенсодержащего сырья белково-углеводной добавки заданного состава позволяет повысить содержание полноценного белка и пищевых волокон, интенсифицировать рост молочнокислых, пропионовокислых и бифидобактерий, придать готовому продукту профилактическую направленность.

Концентрат Бифилакт-Про, выпускаемый ФГУП «Экспериментальная биофабрика» Россельхозакадемии (г. Углич), представляет собой концентрат, состоящий из молочнокислых, пропионовокислых и бифидобактерий видов Lactococcus lactis subsp. diacetilactis, Streptococcus thermophilus, Propionibacterium freudenreichii, Bifidobacterium Bifidum, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium adolescentis. Входящие в состав концентрата бифидобактерии, молочнокислые и пропионовокислые бактерии обладают протеолитической активностью, что способствует расщеплению неусвояемых коллагеновых белков, накоплению свободных аминокислот, разрыхлению коллагеновых волокон. Все это положительно влияет на консистенцию сырья и получаемых из него продуктов, улучшению функционально-технологических показателей и повышению пищевой и биологической ценности коллагенсодержащего сырья. Кроме того, входящие в состав бакконцентрата бактерии обладают антагонистическим действием по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, что улучшает санитарно-микробиологическое состояние используемого сырья и позволяет проводить его длительное выдерживание. Обработка бактериальным концентратом таких видов сырья как рубец, уши и губы позволяет значительно улучшить органолептические показатели: не ощущается их специфический запах. Запах полученной после обработки смеси приятный, кисломолочный.

Опытным путем доказана высокая протеолитическая активность бактериального концентрата по накоплению аминного азота. Через 12 ч выдержки обработанного коллагенсодержащего сырья он составил 0,21мг%, через 24 ч – 0,28 мг%. При проведении микроструктурных исследований обработанного коллагенсодержащего сырья наблюдалось набухание и разрыхление коллагеновых волокон. Активность закваски через 24 ч выдержки составила 10^8 КОЕ в 1 г. Кроме того, в сырье к концу выдержки (через 24 ч) не обнаружены патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, что подтверждает антагонистическое воздействие по отношению к ним бактерий, входящих в состав концентрата.

В предлагаемом способе обработки коллагенсодержащего сырья затраты энергии приходятся только на активизацию бактериального концентрата, то есть на термостатирование в течение 4 ч при температуре 37 °С. Сырье обрабатывается бактериальным концентратом в сыром виде, то есть без предварительной термической обработки, а выдержка проводится при температуре 2–4 °С, что соответствует температуре в камерах созревания колбасного производства.

Способ обработки коллагенсодержащего вторичного сырья – жилки, сухожилия, рубец, уши, губы, предусматривает подготовку, при которой сырье зачищают от прирезей мышечной и жировой тканей, промывают в проточной воде температурой 30–35 °С в течение 5–10 мин. Подготовленное сырье измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм. Активизацию бактериального концентрата проводят в стерилизованном молоке термостатированием в течение 4 ч при температуре 37 °С.

Белково-углеводную добавку готовят смешиванием в равных соотношениях порошка топинамбура, овсяной муки и сухого обезжиренного молока.

Измельченное коллагенсодержащее сырье смешивают с предварительно активизированным бактериальным концентратом Бифилакт-Про и подготовленной белково-углеводной добавкой и перемешивают компоненты в куттере в течение 2 мин до однородной консистенции. Белково-углеводную добавку используют в количестве 4% к массе измельченного сырья, а бактериальный концентрат Бифилакт-Про вносят в количестве 8% к массе смеси измельченного сырья. Полученную смесь выдерживают при температуре 4 °С в течение 16 часов.

Коллагенсодержащее сырье, обработанное предлагаемым способом (RU 2557112, МПК[5] A23J3/04, A23J1/10. Способ обработки коллагенсодержащего сырья / О.В. Зинина, М.Б. Ребезов, К.А. Бажина и др.; заявл. 07.05.2014; опубл. 20.07.2015), используется в качестве белково-углеводной добавки и замены основного мясного сырья в рецептурах колбасных изделий и рубленых полуфабрикатов, в том числе как альтернатива применения соевых белковых препаратов. Кроме того, предлагаемый способ позволяет рационально использовать малоценное в пищевом отношении коллагенсодержащее сырье.

Известен способ обработки коллагенсодержащего сырья, предусматривающий термическую обработку сырья в воде, отделение жидкой фракции для гидратирования белкового компонента, смешивание его с обработанным сырьем и бактериальной закваской, перемешивание и термостатирование. Однако данный способ требует достаточно высоких энергозатрат на термическую обработку сырья, а полученный конечный продукт содержит недостаточное количество белка и избыток жира, имеет неоднородную консистенцию, обладает остаточным запахом сырья (рубца) [7].

С целью интенсификации процесса изготовления сырокопченой колбасы разработан новый способ ее получения (RU 2512345, МПК[5] A22C11/00. Способ производства сырокопченых колбас / А.А. Соловьева, О.В. Зинина, М.Б. Ребезов; заявл. 29.10.2012; опубл. 10.04.2014). Кроме того, изобретение способствует расширению ассортимента данного вида колбас, получению готового продукта с высокими органолептическими показателями, стабильным цветом и длительным сроком хранения, снижению себестоимости сырокопченых колбас.

Колбаса сырокопченая из мяса птицы содержит мясное сырье из мяса цыплят и шпика, посолочную смесь, включающую пряности, бактериальную смесь, нитрит натрия, в качестве мяса цыплят используют окорочка без кости цыплят-бройлеров, вырезку из груди цыплят-бройлеров, а также используют шпик хребтовый.

В способе производства колбасы сырокопченой из мяса птицы предусмотрены подготовка мясного сырья из мяса птицы и шпика, подготовка пищевых ингредиентов и добавок, специй, пряностей, внесение бактериальных смесей, посол, приготовление фарша, наполнение оболочек фаршем, формирование, осадка, копчение, сушка, упаковка, маркировка. Бактериальную смесь, состоящую из молочнокислых бактерий штамм Lactobacillus curvatus, штамм Staphylococcus carnosus, штамм Pediococcus pentosaceus, взятых в соотношении 1:1:1, вносят на стадии посола, без предварительной подготовки, в сухом виде, сформированную колбасу подвергают осадке в течение 24 ч при температуре от 4 до 8 °С и относительной влажности воздуха 85–90%, копчение осуществляют в коптильных камерах в течение 2 суток при температуре 20–22 °С, относительной влажности 15±2 °С и скорости движения воздуха 0,2 м/с, а сушку после копчения проводят в 2 этапа: первый – в течение первых 5 суток при температуре 15±2 °С, относительной влажности 82±3% и скорости движения воздуха 0,1 м/с, второй – сушка при температуре 12±2 °С и относительной влажности 75±3% в сушильных камерах до приобретения плотной консистенции и стандартной массовой доли влаги.

Внесение бактериальной смеси на стадии посола сокращает время технологического процесса производства колбасы, при этом процесс просаливания мясного сырья с использованием смеси стартовых бактериальных культур проходит быстрее [4].

Известен аналогичный способ производства сырокопченых колбас. Недостатком его является сравнительно больший расход стартовых культур для достижения высоких органолептических характеристик готового продукта и довольно длительный срок созревания. Кроме того, известный способ предусматривает использование в качестве мясного сырья говядину 1-го сорта с добавлением свинины нежирной и шпика, что сокращает ассортимент промышленно освоенных сырокопченых изделий [8].

Разработан биойогурт функционального назначения (RU 2554466, МПК[5] A23C9/13, A23C9/12. Биойогурт функционального назначения / М.Б. Ребезов, М.А. Попова, Н.Н. Максимюк и др.; заявл. 07.05.2014; опубл. 27.06.2015),

который содержит в качестве исходных компонентов молоко коровье, овсяные хлопья, закваску в виде бактериального концентрата БК-Алтай-ЛСБифи, мед пчелиный натуральный, стабилизатор, дополнительно содержит концентрат молочной сыворотки, цукаты из свеклы, или моркови, или тыквы, или арбуза, курагу при определенном соотношении компонентов.

При создании вкусоароматического профиля разработанного биойогурта функционального назначения использованы натуральные вкусоароматические ингредиенты. Совокупность таких ингредиентов, как концентрированная молочная сыворотка, курага и цукаты из свеклы, или моркови, или тыквы, или арбуза повышают пищевую и физиологическую ценность продукта. Методом ранжирования с применением статистических критериев для оценки степени согласованности оценок и на основании реологических характеристик (значения эффективной вязкости, индексы течения и структурирования) установлены оптимальные дозы наполнителей: меда пчелиного, злаков, цукатов из свеклы, или моркови, или тыквы, или арбуза.

Биойогурт функционального назначения готовят следующим образом. Коровье молоко-сырье принимают по массе и качеству, охлаждают до температуры 4±2 °С и подают в резервуар для хранения в течение не более 6 часов, далее молоко нагревают до температуры 55±2 °С и подают на очистку и нормализацию по жиру. Затем нормализованное молоко подогревают до 43±2 °С, вносят стабилизатор, например, Genu-пектин LM-106 AS и концентрированную молочную сыворотку. Далее вносят на 5–10 мин для набухания в ¼ часть нормализованного молока, имеющего температуру 85±2 °С, овсяные хлопья, предварительно измельченные. Смесь выдерживают в течение 30±5 минут при периодическом помешивании до полного растворения стабилизатора, затем подогревают до температуры 55±2 °С, гомогенизируют, пастеризуют при 96±2 °С с выдержкой в течение 5 минут и охлаждают до температуры заквашивания 38±1 °С. Охлажденная до температуры заквашивания смесь поступает в резервуары для сквашивания. Далее вносят закваску – бактериальный концентрат БК-Алтай-ЛСБифи. Затем смесь перемешивают, выдерживают в течение 35±5 мин и повторно перемешивают в течение 15 мин. Через 2 часа от начала сквашивания в резервуар вносят расплавленный при температуре не выше 45 °С мед пчелиный натуральный и перемешивают смесь в течение 15 мин и оставляют ее в покое до конца сквашивания. Сквашивание осуществляют в течение 6,0±1 часов и прекращают при образовании достаточно прочного сгустка и активной кислотности pH 4,0–4,55. Сквашенный продукт охлаждают до температуры 20±2 °С. Далее вносят курагу, предварительно промытую кипятком и измельченную до кусочков 3–5 мм, и кусочки размером 5×5 мм цукатов из свеклы или моркови, или тыквы, или арбуза и перемешивают в течение 15 мин. Готовый биойогурт функционального назначения подают на фасовку с температурой 20±2 °С и охлаждают в течение 10±2 часов. При достижении биойогуртом температуры 4±2 °С технологический процесс считают законченным.

Аналогом разработанного биойогурта является кисломолочный продукт, обладающий высокими органолептическими показателями, пищевой, биологической ценностью, пробиотическими, антистрессовыми, радиопротекторными, иммуностимулирующими свойствами [9]. Также известен кисломолочный продукт, содержащий овсяные хлопья, чистые культуры термофильного стрептококка, концентрат живых бифидобактерий «Биовестин» и/или «Биовестин-лакто», молоко коровье. Кисломолочный продукт обладает диетическими свойствами, не вызывает аллергических реакций, имеет сбалансированный вкус, высокую пищевую ценность и высокие профилактические свойства [10]. Разработан йогурт, содержащий жировую фазу, включающую конъюгированную линолевую кислоту или ее производное (CLA), фрукты и сахар с низким энергосодержанием, улучшенными органолептическими свойствами [11].

Недостатками выше приведенных изобретений являются невысокие пробиотические свойства, а именно рост молочнокислых бактерий, поддерживающих нормальную микрофлору кишечника.

Разработан комбинированный кисломолочный напиток, содержащий молочную основу, закваску, хлорид кальция, сычужный фермент, экстракт стевии, согласно изобретению, кисломолочный напиток дополнительно содержит концентрированную творожную сыворотку и овощное пюре.

Кисломолочный напиток приготавливают следующим образом. Молоко перед пастеризацией подогревают до температуры 25 ºС, добавляют в молоко $CaCl_2$ в количестве 25,0–26,0 % в виде 40 %-го водного раствора. Затем в смесь вносят сычужный фермент в виде раствора с активностью 100–150Е, выдерживают 5 минут.

Далее смесь нейтрализуют по традиционной технологии. Смесь пастеризуют при температуре 85±3 ºС в течение 10-15 минут, охлаждают до температуры заквашивания 33±2 ºС, вносят сухую закваску, на основе высоковязких культур Str. termophilus, Lmb. acidophilus, добавляют натуральный сахарозаменитель – экстракт стевии в количестве 0,015–0,02% от массы заквашиваемой смеси. Сквашивание осуществляют в резервуарах для кисломолочных напитков с охлаждающей рубашкой, снабженных специальными мешалками, обеспечивающими равномерное и тщательное перемешивание смеси с закваской. Сквашивание смеси проводят в течение 9–10 часов. По окончании сквашивания в готовый кисломолочный напиток вносят концентрированную творожную сыворотку и овощное пюре, затем перемешивают в течение 10 минут, охлаждают, разливают в герметичную потребительскую тару, упаковывают, направляют в холодильную камеру с температурой 4±2 ºС.

Повышение эффективности производства неизбежно связано с поиском и разработкой нового высокопроизводительного оборудования и новых технологий. Современные технологии и оборудование, ориентированные на получение высококачественной продукции, должны в полной мере отвечать требованиям энерго- и ресурсосбережения, экологической безопасности, быть конкурентоспособны как на внутреннем, так и внешнем рынке. Это возможно, если в их основе лежат прогрессивные инновационные идеи.

Список литературы

1. Даниленко С. Г., Кігель Н. Ф., Бурцева Г. В. Добір мікроорганізмів для ферментації м'ясної сировини // Biotechnologia Acta, 2014. V. 7. № 4. С. 107–117.

2. Дубровская В. И., Гоноцкий В. А. Продукты из мяса индейки // Птица и птицепродукты. 2013. № 3. С. 30–32.

3. Кенийз Н. В., Нестеренко А. А., Нагарокова Д. К. Интенсификация технологии сырокопченых колбас // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 103. С. 1016–1039.

4. Нестеренко А. А., Каяцкая А. С. Посол мяса и мясопродуктов // Вестник НГИЭИ. 2012. № 8. С. 46–54.

5. Пат. 2130277 Российская Федерация МПК6 A23L1/315. Способ приготовления термообработанного рулета «Юрес» из мяса птицы / А. Н. Скорик, В. Ю. Скорик. № 98102110/13 ; заявл. 30.01.1998 ; опубл. 20.05.1999.

6. Пат. 2306721 Российская Федерация МПК A23L1/31, A23L1/318. Способ приготовления рулета из мяса «Деликатес» / Т. Т. Вольф [и др.]. № 2005129747/13; заявл. 08.09.2005; опубл. 27.09.2007.

7. Пат. 2196435 Российская Федерация МПК7 A23J1/02, A23J1/10, A23L1/314, A23L1/305. Композиция для получения белкового обогатителя пищевых продуктов / В. Б. Крылова, О. Н. Витренко. № 2001120452/13 ; заявл. 24.07.2001 ; опубл. 20.01.2003.

8. Пат. 2095990 Российская Федерация МПК6 A22C11/00. Способ производства сырокопченых колбас / Ю. Г. Костенко, Г. И. Солодовникова, Г. А. Кузнецова. № 95104767/134 ; заявл. 03.04.1995 ; опубл. 20.11.1997.

9. Пат. 2473226 Российская Федерация МПК A23C9/13. Кисломолочный продукт / Е. Ю. Тарасова, О. В. Пасько. № 2011133841/10 ; заявл. 11.08.2011 ; опубл. 27.012013.

10. Пат. 2329651 Российская Федерация МПК A23C9/13, A23C9/133. Кисломолочный продукт и способ его получения (варианты) / В. П. Ильин, С. Г. Ильина, Н. А. Юрченко, Н. М. Лунева. № 2006113061/13 ; заявл. 18.04.2006 ; опубл. 27.07.2008.

11. Пат. 2478295 Российская Федерация МПК A23C9/13, A23C9/123. Йогурт с низким содержанием сахара / Е. Монстер, У. Шмид, Э. М. Э. Мулдер. № 2009143323/10 ; заявл. 23.04.2008 ; опубл. 10.04.2013.

12. Пат. 2447702 Российская Федерация МПК5 A23L1/317, A23L1/318. Способ производства деликатесного продукта / М. Ф. Хайруллин, А. А. Лукин, М. Б. Ребезов. № 2010124806/13 ; заявл. 16.06.2010 ; опубл. 20.04.2012.

13. Пат. 2470529 Российская Федерация МПК5 A23L1/31. Способ изготовления мясных снеков (варианты) / М. Ф. Хайруллин [и др.]. № 2011128150/13 ; заявл. 07.07.2011 ; опубл. 27.12.2012.

14. Симоненкова А. П. Пищевой обогатитель для молочной промышленности // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 1. С. 1–6.

15. Adams M. R., Nicolaides L. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation // Food Control. 2008. № 8. P. 227–239.

16. Davies K. M., Deroles S. C. Prospects for the use of plant cell cultures in food biotechnology // Current Opinion in Biotechnology. 2014. T. 26. P. 133–140.

17. Summer Meeting 2013: growth and physiology of bifidobacteria / L. De Vuyst, F. Moens, M. Selak, A. Riviere and F. Leroy // Journal of Applied Microbiology. 2013. P. 477–491.

18. Faruk T. Bozoglu, Bibek Ray. Lactic Acid Bacteria: Current Advances in Metabolism, Genetics and Applications // Springer Vertag Berlin Heidelberg. 1996.

19. Holzapfel W., Geisen R., Schillinger U. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and foodgrade enzymes // International Journal of Food Microbiology. 1995. № 24. P. 343–362.

20. Mika N., Zorn H., Rühl M. Insect-derived enzymes: a treasure for industrial biotechnology and food biotechnology // Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. 2013. T. 136. P. 1–17.

21. Pediococcus-an unique probiotics we use as a novel GI supplement / W. Mizutani, R. Yamasaki, JJ. Lin, M. Kuki and G. Kato // Annual Meeting of JBVP. 2007. № 3. P. 269–272.

22. Application of Lactobacillus fermentum HL57 and Pediococcus acidilactici SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages / S. Ruiz-Moyano, M. Alberto, M. J. Benito, A. Hernández, R. Casquete, M. Córdoba // Food Microbiol. 2011. № 28(5). P. 39–47.

Ребезов Максим Борисович, д-р с.-х. наук, профессор, Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Зинина Оксана Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).
E-mail: zinoks-vl@mail.ru

Ребезов Ярослав Максимович, аспирант, Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Мирошникова Елена Петровна, д-р биол. наук, профессор, Оренбургский государственный университет.
E-mail: elenaakva@rambler.ru.

Соловьева Александра Анатольевна, аспирант, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ).
E-mail: pbio@ya.ru.

* * *

УДК 338.45:637.1

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. Г. Бодрова, Д. Ю. Панкратова

В рамках Госпрограммы поставлена задача увеличить производство молока к 2020 году до 38,2 млн тонн. Наиболее ожидаемые результаты реализации подпрограммы «Развитие молочного скотоводства» – повышение товарности молока, создание условий для комплексного развития и повышения эффективности производства, конкурентоспособности отечественного молока-сырья и продуктов его переработки, а также рост товарности молока в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, включая индивидуальных предпринимателей, с 90 до 92,5 процента. В связи с этим возникает необходимость комплексного исследования направлений повышения эффективности функционирования молокоперерабатывающих предприятий с учетом ограничений на имеющиеся ресурсы и максимизации прибыли. На сегодняшний день надои в сутки в Челябинской области составляют 380–390 тонн. Наиболее крупные молокоперерабатывающие предприятия – Чебаркульский молочный завод (25 % всей производимой в области цельномолочной продукции), Магнитогорский молочный завод (23 %), Челябинский молочный завод (23 %), Южноуральский молочный завод (13 %) и Копейский молочный завод (9 %). Оптимальные варианты выпуска молочной продукции на молокоперерабатывающих предприятиях будут иметь наибольшее значение для принятия управленческого решения тогда, когда существует возможность иметь оптимальную стратегию и знать эффективность структурных элементов интеграционного формирования, эффективность имеющихся ресурсов, технологических способов производства, дифференциальные затраты на продукты. Экономико-математический анализ предполагает органическое сочетание количественного анализа с качественным. Расчет экономического эффекта для молокоперерабатывающего предприятия Челябинской области показал, что при внедрении оптимальной структуры выпуска продукции по сравнению с существующей можно добиться годового эффекта в размере 53 088,07 тыс. руб. Для того чтобы быть конкурентоспособными в рыночной экономике, молокоперерабатывающие предприятия должны поставлять на рынки широкий набор высококачественной молочной продукции по приемлемым ценам. Решить эту сложную задачу можно только на основе современных методов управления эффективностью молочного производства.

Ключевые слова: производство молока, молокоперерабатывающие предприятия, эффективность.

Эффективность работы молокоперерабатывающих предприятий зависит от многих факторов, в частности большое влияние оказывает как развитие экономики на общегосударственном уровне, так и факторы экономики на уровнях региона, а также внутренней эффективности молочного производства [1].

Значение молочного производства в обеспечении населения основными продовольственными товарами может быть определено как объемами производства, реализации и потребления молочной продукции, так и неуменьшающейся социальной значимостью объемов потребления молока. Все это определяет специфические особенности функционирования молочного производства.

Цель исследования. Общая задача повышения экономической эффективности на основе оптимизации использования ресурсов при производстве молочной продукции сводится к рациональному распределению ограниченных объемов собственных ресурсов молокоперерабатывающих предприятий, внедрению необходимого оборудования или новых технологий с целью укрепления и расширения позиций на рынках молочной продукции. Таким образом, основная цель работы – определить эффект работы молокоперерабатывающих предприятий

при разработке оптимальной структуры выпуска молочной продукции и, как следствие, при рациональном использовании ресурсов, минимизирующих производственные затраты [2].

Материалы и методы

Расчеты осуществлялись на основе статистических данных по Челябинской области, а также с использованием годовых отчетов молокоперерабатывающих предприятий. В ходе исследования использовался факторно-индексный анализ, на основании которого было осуществлено сравнение двух вариантов структуры выпуска молочной продукции и произведен расчет эффективности работы молокоперерабатывающих предприятий.

Результаты исследования

В России на сегодняшний день успешно работают 3200 молокоперерабатывающих предприятий. Российский рынок молочной продукции один из самых динамично развивающихся. Конкуренция на нем постоянно растет [3].

За 6 лет с 2010–2015 гг. предусматривалось произвести 208,8 млн т молока, фактически произведено 187,7 млн т, индикатор госпрограммы за 2010–2014 годы выполнен лишь на 90 % [4].

В 2015 г. производство молока в хозяйствах всех категорий снизилось по сравнению с 2014 г. незначительно (на 0,1 %), а по сравнению с уровнем 2010 года снизилось на 3,1 %. Производство молока увеличилось в сельскохозяйственных организациях на 2,1 %, в то же время в хозяйствах населения сократилось на 3,2 %.

Основными поставщиками молока, как и всех других сельскохозяйственных товаров, являются сельхозпредприятия и хозяйства населения. На долю крестьянских (фермерских) хозяйств приходится незначительная доля молока (около 6 процентов) [5].

Рассмотрим ситуацию в молочной отрасли Челябинской области. Несмотря на то, что Челябинская область занимает 3-е место по производству молока в УФРО, ситуация в этой отрасли, по данным сельхозпредприятий, катастрофическая: «В Свердловской области производят в 3 раза больше молока, чем в Челябинской, а в Тюменской – в 2 раза. За нами только Курган остается. На сегодняшний день надои в сутки в Челябинской области составляют 380–390 тонн» [6].

Наиболее крупные производители – Чебаркульский (25 % всей производимой в области цельномолочной продукции), Магнитогорский (23 %), Челябинский (23 %), Южноуральский молочный завод (13 %) и Копейский молочные заводы (9 %) (рис. 2).

Выбор направлений повышения эффективности для конкретного молокоперерабатывающего предприятия может быть основан на нескольких вариантах [7]:

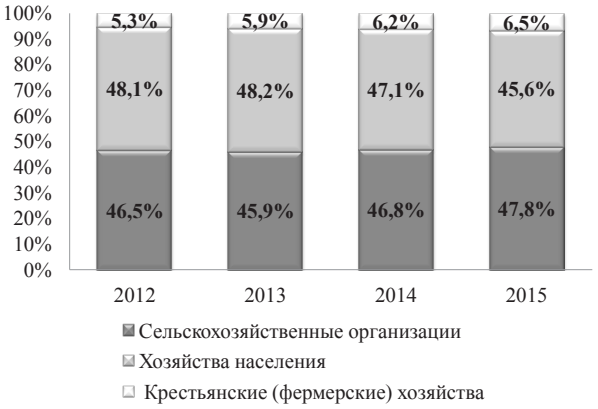


Рис. 1. Структура производства молока по категориям хозяйств (в процентах от объема производства в хозяйствах всех категорий)

Таблица 1 – Показатели производства молока в Российской Федерации в хозяйствах всех категорий

В миллионах тонн

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Предусмотрено госпрограммой	35,0	36,0	37,0	32,5	34,0	33,65
Фактически	31,8	31,6	31,8	30,5	30,79	30,78

Таблица 2 – Производство молока по категориям хозяйств

В миллионах тонн

Показатели	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 в % к 2014
Хозяйства всех категорий	31,8	30,5	30,8	30,78	99,9
Сельскохозяйственные организации	14,8	14,0	14,4	14,7	102,1
Хозяйства населения	15,3	14,7	14,5	14,03	96,8
Крестьянские (фермерские) хозяйства	1719	1804	1913	2034,7	106,4

1. Увеличение цены реализации. Это может привести к снижению объемов реализации на рынке. В последние годы снижение спроса на рынке молочной продукции, связанное с ростом цен, привело к снижению объема реализации молочной продукции.

2. Увеличение спроса населения. В Челябинской области ситуация с потреблением молока обстоит еще хуже, чем в целом по России. По данным Росстата потребление молока в Челябинской области в 2012 году было значительно ниже, чем в среднем по стране – 186 кг на человека. По УРФО потребление молока составляет 211 кг на человека.

Второй вариант следует рассматривать как перспективный, т.к. позволяет устойчиво развиваться всему АПК, а следовательно, и всей экономике России.

3. Пересмотр удельного распределения прибыли в сторону увеличения технического перевооружения, с целью приобретения современного оборудования для производства нетрадиционных молочных продуктов (ассортимент был перечислен выше). Учитывая дешевую рабочую силу, можно будет вытеснить с рынка импортную продукцию.

На практике наиболее вероятна реализация комбинации этих вариантов. Каждое из региональных молокоперерабатывающих предприятий должно самостоятельно разрабатывать глобальные и локальные стратегии развития, учитывая имеющиеся ресурсы и конкретную ситуацию на рынках реализации молочной продукции. Методика разработки таких стратегий хорошо известна, апробирована на многих предприятиях и принципиальных трудностей не представляет [8].

Выбор того или иного варианта производства молочной продукции должен быть экономически обоснованным, исходя из различных условий реализации произведенной молочной продукции. Этот вопрос становится особенно острым для тех молокоперерабатывающих предприятий, которые занимают ведущие позиции на рынках молочной продукции. Поэтому управленческие структуры предприятия должны иметь исчерпывающую информацию о ситуации на рынках, об имеющихся производственных ресурсах на предприятии, об экономической эффективности производства того или иного варианта молочной продукции [9].

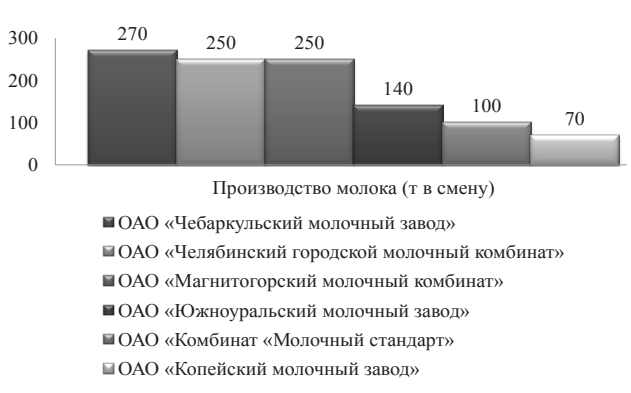


Рис. 2

Оптимальные варианты выпуска молочной продукции на молокоперерабатывающих предприятиях будут иметь наибольшее значение для принятия управленческого решения тогда, когда существует возможность без принципиальных нарушений оптимальности вносить корректировки, связанные с изменением условий [10]. А для этого нужно не только иметь оптимальную стратегию, но и знать эффективность структурных элементов интеграционного формирования, эффективность имеющихся ресурсов, технологических способов производства, дифференциальные затраты на продукты [11]. Другими словами, необходимо определить системы показателей, которые позволят оптимальным образом корректировать в известных пределах исходные параметры в математических моделях. Все это позволяет сознательно управлять процессом воспроизводства молочных продуктов, глубоко проникать в сущность экономических процессов. Экономико-математический анализ предполагает органическое сочетание количественного анализа с качественным [12].

Годовой экономический эффект при сравнительной оценке двух вариантов (т.е. существующий вариант структуры выпуска молочной продукции и оптимальной структуры выпуска молочной продукции) рассчитывается по формуле:

$$\Delta П = П_0 - П_c, \qquad (1)$$

где $\Delta П$ – прирост прибыли;

$П_0$ – прибыль по оптимальному варианту;

$П_c$ – прибыль по существующему варианту.

При этом

$$П_0 = \sum_{j=1}^{9} \left(p_j - z_j^0 \right) x_j^0 ; \qquad (2)$$

$$П_c = \sum_{j=1}^{9} \left(p_j - z_j^c \right) x_j^c , \qquad (3)$$

где p_j – цена реализации j-го вида молочной продукции;

x_j^0 – объем выпуска j-го вида молочной продукции по оптимальному варианту;

Таблица 3 – Производство готовой продукции ОАО «ЧГМК»

Показатель	2014 год	2013 год	Изменение	%
Молоко x_1	44 466	41 143	3323	108,08
Кисломолочная продукция x_2	7915	7177	738	110,28
Сметана x_3	3318	3360	–42	98,75
Творожные изделия x_4	91	588	–497	15,48
СОМ x_5	524	219	305	239,3
Мороженое x_6	1312	1572	–260	83,5
Итого	57 626	54 059	3567	106,6

Таблица 4 – Реализация готовой продукции ОАО «ЧГМК»

Наименование	2014 год		2013 год		Изменение	
	Кол-во тонн	Сумма тыс. руб.	Кол-во тонн	Сумма тыс. руб.	Тонн	Тыс. руб.
Цельномолочная и обезжиренная продукция	56 036	2 238 169	51 826	1 900 690	4 210	337 479
Масло всего, в т.ч.	226	75 199	216	51 823	10	23 376
СОМ	136	20 067	37	4 116	99	15 951
Мороженое	1 344	213 721	1 524	212 147	–180	–1 574
Итого реализация готовой продукции	57 742	2 547 156	53 603	2 168 776	4 139	378 380

x_j^c – объем выпуска j-го вида молочной продукции по существующему варианту;

z_j^0 – производственная себестоимость единицы молочной продукции j-го вида по оптимальному варианту;

z_j^c – производственная себестоимость единицы молочной продукции j-го вида по существующему варианту.

На ОАО «ЧГМК» выработка готовой продукции в натуральном выражении за 2014 год увеличилась по сравнению с прошлым годом на 3–567 тонн, или на 6,6%.

За отчетный период отгружено готовой продукции на сумму 2 547 156 тыс. руб. без НДС, рост к прошлому году – 17,4%.

Реализация мороженого за 2014 г. по сравнению с 2013 г. снизилась на 0,7%. Увеличение объема реализации готовой продукции в денежном выражении на 17,5% произошло за счет роста производства и реализации СОМа, расширения рынков сбыта, роста отпускных цен.

Выводы

Разработанная методика формирования оптимальной структуры выпуска молочной продукции, которая учитывает ограничения на имеющиеся ресурсы у молокоперерабатывающего предприятия и максимизирует прибыль, позволяет рассчитывать экономический эффект при переходе от сложившейся структуры выпуска молочной продукции к оптимальной структуре. Расчет экономического эффекта для молокоперерабатывающего предприятия Челя-

Таблица 5 – Расчет экономического эффекта для молокоперерабатывающего предприятия Челябинской области

Показатель	Челябинский городской молочный комбинат	
	оптимальный вариант	существующий вариант
x_1 (т)	48 833,21	44 466,14
x_2 (т)	8 692,37	7 915,45
x_3 (т)	3 643,88	3 318,56
x_4 (т)	99,94	91,58
x_5 (т)	575,46	524,78
x_6 (т)	1 440,86	1 312,96
p_1 (руб./кг)	39,94	39,94
p_2 (руб./кг)	42,38	42,38
p_3 (руб./кг)	161,20	161,20
p_4 (руб./кг)	332,74	332,74
p_5 (руб./кг)	38,30	38,30
p_6 (руб./кг)	159,02	159,02
z_1 (руб./кг)	30,56	30,56
z_2 (руб./кг)	33,00	33,00
z_3 (руб./кг)	151,82	151,82
z_4 (руб./кг)	323,36	323,36
z_5 (руб./кг)	28,92	28,92
z_6 (руб./кг)	149,64	149,64
$П_0$ (тыс. руб.)	593 619,95	
$П_c$ (тыс. руб.)	540 531,88	
ΔП (тыс. руб.)	53 088,07	

Бодрова Екатерина Григорьевна, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика и финансы», Частное образовательное учреждение высшего образования Русско-Британский институт управления.
E-mail: bodrovaz@gmail.com.

Панкратова Дарья Юрьевна, канд. экон. наук, старший преподаватель кафедры менеджмента и информационных технологий, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: dashai@list.ru.

* * *

УДК 631.582

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

Н. В. Степных

На систему земледелия и технологии выращивания сельхозкультур существенно влияют экономические условия производства: наличие техники, кадров трактористов и рабочих, цены на продукцию и ресурсы. В последние 10–15 лет обеспеченность сельхозпредприятий техникой и кадрами снизилась в несколько раз. Имеющиеся ресурсы не позволяют выполнить работы в оптимальные сроки при узкой специализации производства, когда выращивается только одна культура – яровая пшеница. Положение осложняет однобокость структуры посевных площадей. В Курганской области в структуре посевов зерновые культуры занимают 83 %, пшеница в зерновых культурах – 82 %. Во многих предприятиях пшеница – единственная культура в производстве, что снижает его устойчивость, эффективность и конкурентоспособность, и это связано с несколькими факторами. В условиях нехватки техники и рабочих, особенно при неблагоприятных погодных условиях, выполнить необходимые агротехнологические требования можно путем повышения производительности техники и работников за счет изменения структуры посевных площадей, вводя культуры с другими сроками полевых работ, тем самым повышая нагрузку пашни на технику и кадры. Данные научных исследований, примеры современных предприятий, опыт ведения земледелия в довоенное время показывают возможности изменения структуры посевных площадей, увеличения доли озимых (ржи и пшеницы), зернофуражных и крупяных культур, гороха, подсолнечника, сои, рапса, кукурузы на зерно и других культур, которые позволят повысить нагрузку на технику, ее производительность, своевременно и качественно проводить полевые работы, что в конечном счете ведет к снижению потерь и затрат, повышению урожайности и доходности растениеводства.

Ключевые слова: структура, техника, кадры, культуры, нагрузка пашни, производительность, экономическая эффективность.

На систему земледелия и технологии выращивания сельхозкультур существенно влияют экономические условия производства: наличие техники, кадров трактористов и рабочих, цены на продукцию и ресурсы. Нагрузка пашни на один трактор с 1990-го по 2014 годы увеличилась со 123 до 320 га, или в 2,6 раза, посевов зерновых культур на один зерноуборочный комбайн – со 125 до 549 га, или в 4,4 раза (табл. 1). Энергообеспеченность сельского хозяйства Курганской области с 2003-го по 2014 годы снизилась с 309 до 141 л.с. на 100 га посевной площади, или более чем в 2 раза. Проблем с увеличением нагрузки не было бы, если бы техника обновля-

Таблица 1 – Обеспеченность сельскохозяйственных организаций Курганской области тракторами и комбайнами

Наименование показателя	Годы										
	1990	2000	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Количество тракторов на 1000 га пашни, шт.	8,1	6,1	5,5	5,4	5,1	4,6	4,4	4,2	3,9	3,5	3,1
Нагрузка пашни на один трактор, га	123	164	182	186	195	216	228	235	254	283	320
Количество на 1000 га посевов зерноуборочных комбайнов	8	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2
Нагрузка на один зерноуборочный комбайн, га	125	190	253	273	307	350	366	448	483	494	549

в октябре 2015 года равнялась 25 тыс. руб./т, что при урожайности 10 ц/га позволяло иметь рентабельность производства 42%.

Выращиванием сои активно занимаются сельхозпредприятия Северного Казахстана. В крестьянском хозяйстве «Жанахай» Костанайской области на 250 га собрали по 12 ц/га [5]. В ТОО «Трояна» Федоровского района Костанайской области в 2015 году соя дала 8,5 ц/га, рентабельность ее составила 100%. Себестоимость выращивания тонны зерна была около 47 тыс. тенге, а продали ее по 100 тыс. После сои, урожайность которой в 2014 году составила 10,5 ц/га, на этом же поле в 2015 году получили 38 ц/га пшеницы. Качество зерна соответствовало 3-му классу [6].

Средняя урожайность рапса на Половинском госсортоучастке за 27 лет составила 10 ц/га, цена осенью 2015 года равнялась 21 тыс. рублей. В этом случае рентабельность составляет 10%, для конкурентоспособного уровня по сравнению с другими культурами урожайность рапса необходимо иметь не ниже 13 ц/га.

Кукуруза является одной из перспективных зернофуражных культур. В зависимости от условий теплообеспеченности года длина вегетационного периода этой культуры должна составлять от 80 до 90 дней. Она имеет мощную корневую систему, может использовать влагу с глубины до 2,5 м. К тому же эта культура продуктивно использует осадки второй половины лета, которые в Зауралье бывают чаще, чем в первой половине. По данным С.И. Гилевича, в среднем за 2009–2012 гг. урожай сухого зерна кукурузы в опытах Костанайского НИИСХ составил 34,3 ц/га. В условиях сильной засухи 2012 года получено по 47,9 ц/га зерна кукурузы, у другой зернофуражной культуры – ячменя – 17,5 ц/га. Важно отметить, что в отличие от ранних зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса) кукуруза в острозасушливом 2012 году не дала снижения урожая зерна в сравнении с многолетними значениями. Напротив, продуктивно используя поздние летние (августовские) осадки, обеспечила получение самого высокого урожая зерна за последние четыре года. В исследованиях Курганского НИИСХ в засушливом 2012 году урожайность яровой пшеницы равнялась 6 ц/га, а кукурузы – 16 ц/га.

Выводы

Диверсификация структуры посевных площадей за счет увеличения доли озимых, масличных и других культур позволяет повысить нагрузку на технику, ее производительность, своевременно и качественно проводить полевые работы, что в конечном счете ведет к снижению потерь и затрат, повышению урожайности и доходности растениеводства.

Список литературы

1. Гилевич С. И. Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах // Основы устойчивого ресурсосберегающего земледелия. Шортанды-Астана : ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», 2013. С. 49–57.

2. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой озимой ржи / В. Д. Кобылянский [и др.] // Пермский аграрный вестник. 2014. № 1(5). С. 10–16. Режим доступа : http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-innovatsionnoy-zernofurazhnoy-nizkopentozanovoy-ozimoy-rzhi.

3. Прямой ущерб от гибели посевов в Курганской области составил 1,9 млрд рублей / Интерфакс. 2014. 24 ноября. Режим доступа : http://www.interfax.ru/business/408966.

4. Фрумин И. Л. Моделирование земледелия Южного Зауралья : монография / под науч. ред. В. И. Кирюшина. Челябинск : ЧГАУ, 2004. 286 с.

5. Латышев Н. Н. На пути к органическому земледелию // Аграрный сектор. 2016. № 1. С. 7–16.

6. Выращивание бобовых культур в производстве // Аграрный сектор. 2016. № 1. С. 32–33.

Степных Николай Васильевич, канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, ФГБНУ «Курганский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

* * *

60 YEARS IN THE FOREFRONT OF SCIENCE: THE ANNIVERSARY OF URAL SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

The effectiveness of different sowing periods and norms when sowing barley under the conditions of the Middle Urals

Ya. V. Berseneva

During 2012-2014 on the experimental field of Ural Scientific-Research Institute of Agriculture 2 varieties of spring barley were studied (Bagrets and Belgorodsky 100) and their reaction to different sowing periods (optimum, late, with a 10 days' interval), and sowing rate (4.0, 4.5 and 5.0 million of sprouting grains per 1 ha). The article shows the barley crop yield and its structure (the number of productive stems, the number of grains per one ear, the weight of 1000 seeds), with the economic efficiency of these methods being also shown. As a result, the barley variety Belgorodsky 100 is revealed to form its yield higher than the barley variety Bagrets by 0.16-0.36 t/ha. In 2014, the barley crop yield of the second sowing period was higher than of the first one by 0.39-0.70 t/ha, in 2012 and 2013 the yields of the first sowing period were higher by 0.34-0.79 t/ha. On the average over three years of research both barley varieties of the first sowing period proved to be more productive (by 0.13-0.31 t/ha). The barley variety Bagrets formed larger grains, with the weight of 1000 seeds reaching 53.3 g. With increasing seeding rates there were no any significant differences in the yield of these two barley varieties.

Keywords: barley, variety, sowing period, sowing rate, yield, yield structure, weight of 1000 seeds.

References

1. Altuhov A.I., Vasyutin A.S. Zerno – Rossii. Moscow, 2002.
2. Gubanov M.V., Gubanova V.M. Urozhaynost' i elementy struktury selektsionnyh liniy yachmenya v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti. Razvitie nauchnoy, tvorcheskoy i innovatsionnoy deyatel'nosti molodezhi: sb. Trudov, Kurgan (2011): 94-95.
3. Fomin V.N., Spichkov S.I., Nafikov M.M., Zamaydinov A.A. Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy, udobreniy i sredstv zashchity rasteniy na urozhaynost' i kachestvo zerna yachmenya. Kormoproizvodstvo 5 (2014): 32-35.
4. Elagin I.N. Optimal'nye normy vyseva i kachestvo seva – vazhnoe uslovie povysheniya urozhaynosti zernovyh i zernobobovyh kul'tur. Normy vyseva, sposoby poseva i ploshchadi pitaniya sel'skohozyaystvennyh kul'tur: sb. trudov VASKHNIL. Moscow (1971): 144-149.
5. Reid D.A., Wiebe G.A., Dahms R.G. Barley. Washington, 1968.
6. Tillage Method and Sowing Rate Relations for Dryland Spring Wheat, Barley, and Oat / W. Schillinger, D. Wellsandt, H. Schafer, S. Schofstoll, R. Papendick. Pacific Northwest Conservation Tillage Handbook Series No. 30 Chapter 2 ñ Conservation Tillage Systems and Equipment (2005): 1-13.
7. Chulkina V.A. [i dr.] Agrotekhnicheskiy metod zashchity rasteniy. OOO "Izdatel'stvo YUKEA" (2000): 334-336.

Berseneva Yana Vasilyevna, researcher at the Department of seed grains, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail:yana-chutkova@mail.ru.

Milk production dynamics of holsteinized cows depending on their pedigree

V. F. Gridin, S. L. Gridina

Interbreeding of cattle is one of the main ways to improve breeds, with Holstein cows being usually used to improve dairy cattle. Thus, the milk productivity dynamics of hybrids of Black-and-White breed with Holstein bulls is analysed in whole in the Ural region and in Sverdlovsk region as in the most advanced ones. For the analysis the summary appraisals of these regions are used. In general in the Ural region the

use of Holstein gene pool is found to have a positive effect on the milk productivity of hybrids of different pedigrees. In the course of five years (from 2005 till 2010) all hybrids during the first lactation and during the third one (full-grown cows) had the milk yield increased by 1184 kg and 1398 kg, respectively. During the period from 2010 to 2014 the milk productivity of crossbred cow-heifers increased by 789 kg and was 5764 kg of milk, with during the third lactation their milk productivity growing by 814 kg and becoming 6041 kg, respectively. The greatest productivity increase during the first and the third lactations is typical for the hybrids with 87.5% of pedigree and more. Holsteinized animals are proved to be more productive than their Black-and-White herdmates. When the milk productivity increased in general, the milk yield difference between the hybrids and their Black-and-white herdmates in 2005 reached 254 kg, in 2010 and in 2014 it was 896 kg and 634 kg of milk, respectively. The milk productivity of hybrids and their herdmates was recorded to be different also for the animals in Sverdlovsk region and in whole in the Ural region.

Keywords: holsteinized cattle, hybrids, pedigree, herdmate, milk productivity.

References

1. Mysik A.T. Sostoyanie zhivotnovodstva v mire, na kontinentah, v otdel'nyh stranah i napravleniya razvitiya. Zootekhniya 1 (2014): 2-6.

2. Ovchinnikova L.Yu., Babich E.A. Sravnitel'naya harakteristika cherno-pestrogo skota raznyh genotipov. Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta 5 (2014): 132-135.

3. Prohorenko P.N., Loginov Zh.G. Golshtino-frizskaya poroda skota. Leningrad, 1985.

4. Ernst L.K., Dmitriev N.G., Paronyan I.A. Geneticheskie resursy sel'skohozyaystvennyh zhivotnyh v Rossii i sopredel'nyh stranah. St. Petersburg. (1994): 13-14.

5. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows. Dairy Updates Reproduction and Genetics 612 (2009): 1-8.

6. Batanov S., Berezkina G., Shkarupa E. Realizatsiya geneticheskogo potentsiala bykov-proizvoditeley razlichnyh ekologo-geneticheskih grupp. Zootekhniya 10 (2011): 6-7.

7. Boichard D., Ducrocg V., Colleau S. Where is dairy cattle breeding going? A vision of the future interbull Bulletin 41 (2010): 63-68.

8. Mikalaychik I., Dostovalov E., Kostromahin N. Sovershenstvovanie plemennogo molochnogo skota Zaural'ya. Glavnyy zootekhnik 8 (2014): 6-10.

9. Sel'tsov V., Kalievskaya G. Realizatsiya produktivnogo potentsiala pervotelok v zavisimosti ot genotipa i usloviy soderzhaniya. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 7 (2009): 8-10.

10. Emel'yanov E.S., Mel'nikova N.M., Shuklina A.V. Osnova uspekha – sovershenstvovanie molochnogo skotovodstva. Glavnyy zootekhnik 8 (2008): 62-64.

11. Gridina S.L., Petrov V.A. Otsenka plemennyh i produktivnyh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody v oblastyah i respublikah Urala za 2010 god. Ekaterinburg, 2006.

12. Gridina S.L., Petrov V.A. Otsenka plemennyh i produktivnyh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody v oblastyah i respublikah Urala za 2010 god. Ekaterinburg, 2011.

13. Gridina S.L., Gridin V.F. Otsenka plemennyh i produktivnyh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody v oblastyah i respublikah Urala za 2014 god. Ekaterinburg, 2015.

14. Kibkalo L., Zherebilov N. Aspekty produktivnogo dolgoletiya chistoporodnyh i pomesnyh korov. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 2 (2005): 24-25.

15. Mymrin V.S., Gridina S.L., Gridin V.F. Rezul'taty golshtinizatsii cherno-pestrogo skota v Ural'skom regione. Genetika i razvedenie zhivotnyh 2 (2014): 17-20.

16. Gridin V.F., Tyagunov R.S. Molochnaya produktivnost' korov golshtinskoy porody razlichnoy selektsii. Vestnik Kurganskoy GSKHA 2 (2013): 35-37.

Gridin Viktor Fedorovich, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: GVF-PTO@mail.ru.

Gridina Svetlana Leonidivna, Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: Uralselex@mail.ru.

Genotyping at cattle breeding enterprises of Sverdlovsk region according to kappa-casein genes

S. L. Gridina, I. V. Tkachenko

One of the urgent problems of modern livestock is to increase the quality characteristics of milk products. The attention of many researchers is attracted by gene locus of the major milk protein - kappa-casein. Most often there are two variants of the gene – A and B. The study of polymorphism of the kappa-casein gene in the cattle of the Ural type was conducted on a sample of animals belonging to enterprises of Sverdlovsk region. Genotyping was performed in the laboratory of Ural Scientific-Research Institute of Agriculture, with the samples of whole blood being used as a biological material for DNA studies and the bank of DNA samples being created. Due to the PCR-RFLP method 545 heads of cattle of the Ural type were evaluated on kappa-casein gene. The greatest distribution had the cattle with the homozygous AA genotype (67.9 %), with 28.4 % of the animals having the AB genotype and 3.7 % – the BB genotype. Servicing bulls with the B kappa-casein allele had a higher breeding value, with 58.4 % of bulls having Reflection Sovereing line. The milk production of cows with different kappa-casein genotypes during 305 days of the first lactation was also studied: the heifers with the AA kappa-casein genotype had the highest milk yield (8005 kg), their herdmates with the AB genotype having a smaller yield by 818 kg or 10.2 % with $P<0.01$. The protein content in the milk of the kappa-casein heterozygous cows was 3.17 % that was higher if compared with their homozygous herdmates with the AA genotype by 0.08% with $P < 0.01$. The homozygous herdmates of the BB kappa-casein genotype had the highest content of fat in their milk (4.39 %) and significantly excelled their AA genotype herdmates with $P < 0.001$.

Keywords: cattle, Ural type, kappa-casein gene, polymorphism, milk productivity.

References

1. Badagueva Yu.N. Sravnitel'nyy analiz polimorfizma gena kappa-kazeina u predstaviteley podsemeystva Bovinae: avtoref. dis. … kand. biol. nauk. Moscow, 1995.
2. Gallyamova A., Islamova S. Kappa-kazein – vazhneyshiy selektsionnyy kriteriy v molochnom skotovodstve. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 2 (2008): 17-19.
3. Gangan V.I., Sycheva O.V. Molochnaya produktivnost' korov simmental'skoy porody s razlichnymi genotipami po lokusu kappa-kazeina. Zootekhniya 12 (2011): 8-9.
4. Goncharenko I.V., Guzeev Yu.V. Issledovaniya gennyh modifikatsiy kappa-kazeina moloka krupnogo rogatogo skota. Agrarniy visnik Prichornomor'ya 58 (2011).
5. Efimova L.V. Primenenie metodov DNK-tekhnologii pri otsenke bykov-proizvoditeley krasno-pestroy porody po potomstvu. Zootekhniya 1 (2011): 7-8.
6. Kalashnikova L.A. [i dr.] DNK-tekhnologii otsenki sel'skohozyaystvennyh zhivotnyh. Lesnye Polyany, VNIIplem, 1999.
7. Kalashnikova L.A., Habibrahmanova Ya.A., Tinaev A.Sh. Vliyanie polimorfizma genov molochnyh belkov i gormonov na molochnuyu produktivnost' korov cherno-pestroy porody. Doklady RASKHN 3 (2009): 49-52.
8. Merkur'eva E.K., Shangin-Berezovskiy G.N. Genetika s osnovami biometrii. Moscow, 1983.
9. Pavlova I.Yu. Plemennye resursy holmogorskoy porody krupnogo rogatogo skota po genam molochnyh belkov: avtoref. dis. … kand. biol. nauk. Lesnye Polyany, 2011.
10. Perchun A.V. [i dr.] Polimorfizm genov CSN3, bPRL i bGH u korov kostromskoy porody v svyazi s pokazatelyami molochnoy produktivnosti. Fundamental'nye issledovaniya 11, Part 2 (2012): 304-308.
11. Tkachenko I.V. Vliyanie geneticheskih variantov kappa-kazeina na kachestvo moloka. Novye gorizonty agrarnoy nauki Urala: sb. nauch. tr. GNU Ural'skiy NIISKH (k zonal'nym soveshchaniyam po provedeniyu polevyh rabot v Sverdlovskoy oblasti v 2014 godu). Ekaterinburg Vol. 2 (2014): 162-166.
12. Tyul'kin S., Ahmetov T., Nurgaliev M. Tekhnologicheskie svoystva moloka korov s raznymi genotipami kappa-kazeina. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 8 (2011): 4-5.
13. Chasovshchikova M. Vzaimosvyaz' geneticheskih variantov kappa-kazeina s molochnoy produktivnost'yu korov. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 8 (2011): 6-7.
14. Alinaghizadeh Rohallah, Mohammad Abadi Mohammadreza, Moradnasab Badrabadi Shahin. Kappa-Casein Gene Study in Iranian Sistani Cattle Breed (Bos indicus) Using PCR-RFLP. Pakistan

Journal of Biological Scienses Vol. 10, 23 (2007): 4291-4294. Web. 12 June 2016 <http://www.scialert.net/abstract/?doi=pjbs.2007.4291.4294>.

15. Denicourt D., Sabour M.P., McAllister A.J. Detection of bovine k-casein genomic variants by the polymerase chain reaction method. Animal Genetics 21 (1990): 215-216.

Gridina Svetlana Leonidovna, Dr. Sci. (Agriculture), chief researcher at the Department of Livestock and Immunogenetic Expertise, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: uralselex@mail.ru.

Tkachenko Inga Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher at the Department of Livestock and Immunogenetic Expertise, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: tkachenko_uniish@mail.ru.

The temperature regime influence on the potato microtubers formation in vitro culture

M. K. Koksharova

In accelerated reproduction of revitalized potato increasing attention is paid to the microtubers' generating method researching in the *in vitro* culture. Microtubers as planting material can be collected and kept during the year, and planted into the field on the glebous and garden type soils. Using of microtubers reduces elite reproduction by 2-3 years. However, in vitro plants do not always generate microtubers. Their generation depends on the growing medium composition and growing conditions. The temperature regime conditions influence on the microtubers formation by in vitro potato culture is being discussed in researches. Daily average temperature of microtubers growing in broad daylight and artificial light is defined. Under the constant daily average temperature of 16-18°C and broad daylight 100 % in vitro potato plants of Irbitskiy cultivar and 97.8 % of Kamenskiy cultivar generated microtubers. The data of microtubers formation under night incubation temperature decreasing (during 8 hours) up to 20-22°C and 16-18°C is given. The quantity of plants that gave tubercles under the night temperature of 20-22°C is 58.7 % for Irbitskiy potato cultivar and 67.6 % for Kamenskiy cultivar. Incubation temperature decreasing to 16-18°C lead to the microtubers formation increase for Irbitskiy cultivar up to 94.4 %, for Kamenskiy cultivar up to 78.6 %. Growing of plants during 15 days under artificial light conditions and temperature of 23-25°C and then under conditions of darkness and daily average temperature of 20-22°C; 16-18°C and 12-14°C lead to the microtubers formation in vitro. Most microtubers were got from Irbitskiy cultivar plants (100 %) and Kamenskiy cultivar (97.6 %) also under daily average incubation temperature of 16-18°C.

Keywords: potato, microtuber, in vitro culture, light regime, temperature.

References

1. Budakov S.A., Shchegorets O.V. Mikrorazmnozhenie kartofelya na Sahaline. Kartofel' i ovoshchi 2 (2014): 25-27.

2. Anisimov B.V., Chagunov V.S. Innovatsionnaya skhema original'nogo semenovodstva kartofelya. Kartofel' i ovoshchi 6 (2014): 25.

3. Tiem R. An in vitro potato cultivar collection: microtuberization and storage of microtuber. Plant Genetic Resources Newsletter 88-89 (1992): 17-19.

4. Zamora A., Paet C. Tissueculture: in vitro maintenance and production of microtubers. Potato seed systems in transition: proceedings of the SAPPRAD Seed Systems Wookshop. SAPPRAD. Philippines, 1992, Aug. Pp. 134-148.

5. Yakovleva G.A., Konovalova G.I. O razmnozhenii kartofelya mikro- i mini-klubnyami. Izvestiya Akademii agrarnyh nauk Respubliki Belarus' 3 (1999): 48-51.

6. Melik-Sarkizov D.S., Ovchinnikova V.N., Ul'yanov R.P. Poluchenie bezvirusnogo posadochnogo materiala kartofelya mikroklubnyami indutsirovannymi v kul'ture in vitro: metod. rekomendatsii. Moscow, 1983.

7. Tokbergenova Zh.A. Induktor uskorennogo polucheniya mikroklubney kartofelya in vitro. Kartofel' i ovoshchi 3 (2010): 23-24.
8. Truskinov E.V., Ogluzdin N.S. Podderzhanie kollektsionnyh obraztsov v kul'ture in vitro. Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii 2 (1982): 73-78.
9. Trusikov E.V. Klubneobrazovanie v kul'ture tkaney kartofelya kak faktor ego razmnozheniya i dlitel'nogo hraneniya. Byul. VIR. 105 (1980): 77-79.
10. Koksharova M.K., Lepp F.R. Osnovnye elementy tekhnologii vozdelyvaniya mikroklubney na torfyanyh pochvah Srednego Urala. Metody i tekhnologii v selektsii rasteniy i rastenievodstve, Kirov (2016): 223-227.
11. Koksharova M.K. Mikroklubni kak posadochnyy material. Kartofel' i ovoshchi 3 (2016).
12. Ovchinikova V.N., Melik-Sarkisov O.S., Fadeeva I.N. Induktsiya klubneobrazovaniya kartofelya in vitro ponizhennymi temperaturami. Vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki 7 (1987).
13. Deryabin A.N., Yur'eva N.O. Ekzogennaya regulyatsiya klubneobrazovaniya u Solanum tuberosum L. v kul'ture in vitro. Sel'skohozyaystvennaya biotekhnologiya 3 (2010): 16-56.
14. Hiyun Iong [i dr.] Sposob massovogo polucheniya mikroklubney kartofelya. Izobretenie, Koreya, 1990.
15. Artyuhova S.I., Kirgizova I.V. Biotekhnologicheskiy sposob razmnozheniya ozdorovlennogo kartofelya Zapadnoy Sibiri mikroklubnyami v usloviyah in vitro. Sovremennye naukoemkie tekhnologii 12 (2014): 107.
16. Balashova G.S. Vliyanie temperatury, fotoperioda i kontsentratsii mikrosoley v pitatel'noy srede na produktivnost' kartofelya v kul'ture in vitro. Molodoy uchenyy 14 (2015): 675-678.

Koksharova Maria Konstantinovna, Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Potato Seed Breeding, Ural Scientific-Research Institute for Agriculture.
E-mail: mkoksharova1954@mail.ru.

Results of oil flax introduction in the Middle Urals

A. P. Kolotov, O. V. Sinyakova, N. A. Kiprushkina

This article is concerned to the cultivation of a new culture of oil flax for Sverdlovsk region. The aim of the study was to examine the main elements of oil flax cultivation technology (selection of varieties for the conditions of the Middle Urals, sowing time, seeding rate, depth of seeding, harvesting time). The main method of research was the method of field experience with the analysis of variance of experimental data. The grown seeds were analyzed by conventional methods for maintenance of essential nutrients, primarily crude oil and protein. The results of experiments carried out on dark gray forest soils of the Middle Urals in 2010-2015 are given. Over the years, the test results are observed for good varieties Severnii, LM 98 and new breeding lines created in the Institute of Flax. It was found that favorable weather conditions make it possible to obtain more than 2.5 t/ha of flax oilseeds. It was revealed that in Sverdlovsk region oil flax formed high-grade seeds with high sowing qualities even during the lack of heat and excess rainfall during the growing season. To obtain high yields of flax oilseeds it is necessary to use tested locally varieties that should be sown early in May, with the seeding rate of 8-9 million germinating seeds per 1 ha and harvested when they become yellow mature. The oil content in seeds which are grown under the condition of the Middle Urals is 41-46 %, more depending on the cultivated varieties than on weather conditions.

Keywords: oil flax, variety, sowing time, seeding rate, depth of seeding, yield, biochemical composition.

References

1. Lukomets V.M., Kochegura A.V., Ryabenko L.G. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i nauchnogo obespecheniya l'na maslichnogo. Rol' l'na v uluchshenii sredy obitaniya i aktivnom dolgoletii cheloveka: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. seminara (Torzhok, 26-28 Sept. 2011). Tver (2012): 33-43.
2. Galkin F.M. [i dr.] Len maslichnyy: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdelyvaniya i uborki. Krasnodar, 2008.

3. Zhivetin V.V., Ginzburg L.N. Maslichnyy len. Moscow, 2000.
4. Holman R.T. Omega 3 deficiencies in humans. Proc. of the 55th Flax Inst. of the U.S. (1994): 4-11.
5. Zimmerman D. Flax, Linseed oil and Human Nutrion. 52nd Ann. Flax Inst. of the U.S. (1988): 30-36.
6. Thompson L.U., Robb P., Serraino M., Cheun F. Mammalian lignan production from various foods. Nutr. Cancer 16 (1991): 43-51.
7. Ponomareva M.L., Krasnova D.A. Selektsionno-geneticheskie aspekty izucheniya l'na maslichnogo v usloviyah Respubliki Tatarstan. Kazan', 2010.
8. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Kolichestvennaya i kachestvennaya otsenka slizey semyan maslichnyh sortov l'na L. Usitatissimum L. Maslichnye kul'tury: nauch.-tekhn. byul. VNIIMK 2 (2012): 95-102.
9. Polyakov A.V., Zagoskina N.V. Len kak istochnik pishchevogo belka i nezamenimyh aminokislot. Klinicheskaya fitoterapiya i fitohitodezterapiya, biologicheski aktivnye pishchevye dobavki (BAD). Vseros. nauch.-issled. i tekhnol. in-t biol. prom-ti. Chernogolovka (2009): 128-132.
10. Steblinin A.N., Kozlov V.P. Prodovol'stvennoe znachenie semyan l'na. Agrarnaya nauka 12 (2001): 10-12.
11. Kolotov A.P. Rasshirenie areala vozdelyvaniya l'na maslichnogo v Ural'skom federal'nom okruge. Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' VNIIMK 1 (2012): 96-99.
12. Kolotov A.P., Guseva L.V., Sinyakova O.V. Ekonomicheskaya effektivnost' vozdelyvaniya l'na maslichnogo na Srednem Urale. APK Rossii 72-2 (2015): 135-140.
13. Kolotov A.P., Sinyakova O.V. Realizatsiya geneticheskogo potentsiala semennoy produktivnosti l'na maslichnogo v usloviyah Srednego Urala. APK Rossii 72-1 (2015): 92-96.
14. Agroklimaticheskie resursy Sverdlovskoy oblasti. Leningrad, 1978.
15. Adaptivnoe zemledelie na Srednem Urale: sostoyanie, problemy i puti ih resheniya. Ural'skiy NIISKH, Ekaterinburg, 2010.

Kolotov Anatoly Petrovich, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Scientific Activities, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ankolotov@yandex.ru.

Sinyakova Olga Valeryevna, postgraduate, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: olenka50488@mail.ru.

Kiprushkina Nina Alexanddrovna, researcher at the analytical laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ankolotov@yandex.ru.

Barley selection in the Middle Urals

R. A. Maksimov

The aim of the study is the creation of locally adapted varieties of barley for fodder with high and stable yields and high forage qualities. The studies were conducted in 1963-2015 in Krasnoufimsk breeding center, with the predecessor being complete fallow. Over the years of studies the strong variability of climatic conditions during vegetation periods from germination to ripening have been observed (the average daily air temperature was 13.5...18,0°C, the sum of temperatures over 10°C was 1200...1800°C, the precipitation was 90...350 mm, the moisture reserves in one-meter soil layer was 65...200 mm). Some new varieties and genetic sources of agronomic traits of barley (productivity, resistance to moisture deficit at tillage – stem elongation, resistance to lodging, immune to local races of loose smut, early maturity, grain size) are obtained by breeding. The obtained by breeding new genetic sources of agronomic traits of barley are recommended to be included in the selection process to create the breeding material of barley in the Middle Urals. During our study period hybridization was carried out at the amount of 50-120 combinations annually. That made it possible to select 15 varieties of fodder spring barley and 9 of them are included in the state register of breeding achievements, namely: Krasnoufimsky 95 (1973), Golozerny 1 (1978), Ilmen (1982), Toros (1987), Veresk (1994), Sonet (2000), Binom (2006), Bagrets (2011), Pamiati Chepeleva (2016).

Keywords: collection, hybridization, barley, breeding, yield, precocity.

References

1. Maksimov R.A. Sovremennye problemy adaptivnoy selektsii yachmenya na Srednem Urale. Strategiya razvitiya kormoproizvodstva v usloviyah global'nogo izmeneniya klimaticheskih usloviy i ispol'zovaniya dostizheniy otechestvennoy selektsii : mater. mezhd. nauch. konf., posv. 55-letiyu Ural'skogo NII sel'skogo hozyaystva (2011): 58-61.

2. Maksimov R.A. Istoriya selektsii yachmenya na Srednem Urale. Niva Urala 3-4 (2013): 8-9.

3. Eroshenko L.M., Levakova O.V. Selektsionnaya otsenka i izuchenie iskhodnogo materiala dlya selektsii yarovogo yachmenya v Nechernozemnoy zone RF. Vestnik RGATU im. P. A. Kostycheva 1 (2014): 30-36.

4. Maksimov R.A. Effektivnye istochniki selektsionnyh priznakov i rasshirenie genofonda iskhodnogo materiala dlya sozdaniya novyh sortov yachmenya dlya usloviy Srednego Urala. Selektsiya, semenovodstvo i proizvodstvo zernofurazhnyh kul'tur dlya obespecheniya importozameshcheniya: mater. koord. soveshch. FANO, Dep. APK Tyum. obl. FGBNU ''NIISKH Sev. Zaur.'' (2015): 75-79.

5. Maksimov R.A. Izuchenie sortoobraztsov yachmenya mirovoy kollektsii VIR v usloviyah Srednego Urala. APK Rossii 74 (2015): 141-144.

6. Vazhenina O.E., Kozachenko M.R., Vasko N.I., Naumov A.G. Environmental sustainability of productivity elements of spring barley varieties and efficiency of breeding on the bases of hybridization. Vestn. Sumskogo nats. agr. univer. 11 (2013): 3-6.

7. Batakova O.B. Perspektivnye obraztsy yachmenya dlya selektsii v usloviyah Evropeyskogo severa Rossii. Kormoproizvodstvo 8 (2014): 34-36.

8. Konovalov Yu.B., Rudikov I.A. Metodicheskie rekomendatsii po ispol'zovaniyu metoda gibridizatsii pshenitsy i yachmenya na srezannyh pobegah. Moscow, 1987.

9. Maksimov R.A., Kiselev Yu.A., Tolmacheva L.M. Mnozhestvennyy regressionnyy analiz v selektsii yachmenya. Metody i tekhnologii v selektsii rasteniy i rastenievodstve: mat. mezhd. nauch.-praktich. konf. Kirov (2015): 145-149.

10. Kil'chevskiy A.V., Hotyleva L.V. Metody otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchey sposobnosti sredy. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda, Genetika Vol. 21, 9 (1985): 1481-1490.

11. Eberhart S.A. and Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. Grop Sci. Vol. 1, 6 (1996): 36-40.

12. Maksimov R.A., Tolmacheva L.M., Kiselev Yu.A. Opredelenie rasovogo sostava pyl'noy golovni yachmenya na Srednem Urale. APK Rossii 72 (2015): 99-102.

13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennyh kul'tur. Moscow 1 (1985).

14. Krivchenko V.I. Ustoychivost' zernovyh kolosovyh k vozbuditelyam golovnevyh bolezney. Leningrad, 1993.

15. Metodicheskie ukazaniya po ustoychivosti zernovyh kul'tur k kornevym gnilyam. Ltningrad, 1978.

16. Otsenka sel'skohozyaystvennyh kul'tur na ustoychivost' k boleznyam v Sibiri. Novosibirsk, 1964.

17. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. Moscow, 1985.

Maksimov Roman Aleksandrovich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Laboratory of Barley Selection, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: Roman_MRA77@mail.ru.

Varieties of perennial legumes selected in Ural Scientific-Research Institute of Agriculture

A. E. Nagibin, M. A. Tormozin, A. A. Zyryantseva

Perennial grasses are selected on the basis of initial materials of various ecologic-geographical origins and assessed accoring to their main economic-valuable properties, with the best numbers being assessed in selection nurseries by competitive tests. The greatest difficulty in creating self-fertile lines of alfalfa for the conditions of Sverdlovsk region is the choice of plants capable of autotripping at the

temperature 20-24°C. In addition to this, selections due to regular choosing on the basis of seed efficiency from the most valuable hybrid populations are carried out.

Keywords: alfalfa, clover, selection, sort, hybrid, seeds

References

1. Otbor rasteniy lyutserny s vysokoy plodovitost'yu zavyazey (metodicheskie ukazaniya). Leningrad, 1985.
2. Nagibin A.E. Morfobiologicheskiy sostav populyatsii i zimostoykost' sortoobraztsov klevera lugovogo. Trudy UralNIISKHoza 43 (1985).
3. Nagibin A.E. Sozdanie samofertil'nyh liniy lyutserny v usloviyah Sverdlovskoy oblasti. Geneticheskie metody v selektsii kormovyh trav (tezisy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya), Vil'nyus (1987): 25-27.
4. Nagibin A.E., Tormozin M.A. Uspekhi i dal'neyshie zadachi selektsionnoy raboty po lyutserne na Urale. Agroprodovol'stvennaya politika Rossii 6 (2012): 56-58.
5. Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantseva A. A. Selektsionnaya rabota po lyutserne na Srednem Urale. Agrarnyy vestnik Urala 7 (2015): 20-24.

Nagibin Aleksandr Egorovich, Cand. Sci. (Agriculture), Honored agronomist of Russia, senior researcher of the Laboratory for Selection and Seed Breeding of Perennial Legumes, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: nagibin.ae@mail.ru**.**

Tormozin Maksim Aleksandrovich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher, Head of the Laboratory for Selection and Seed Breeding of Perennial Legumes, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: tormozinma@mail.ru.

Zyryantseva Anna Aleksandrovna, researcher, the Laboratory for Selection and Seed Breeding of Perennial Legumes, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail:anna.zyryantseva@mail.ru.

Grain varieties of spring oat Uralets

L. S. Nikolaeva, V. E. Kardashina

The article presents the results of the competition and state testing of new varieties of spring oat Uralets accoring to its valuable economic, biological and biochemical parameters. The spring oat variety Uralets has been tested since 2014. The variety was obtained by individual selection on the basis of the variety with hybrid origin U-89-2/1 [(Risto x Manod S 235) x i-335 from Isetsky]. According to the competitive tests the variety Uralets on average during the years of tests in 2011-2015 proved to be better that the standard variety Universal (0.58 t/ha (12.4%)). The variety is mid-season and ripens almost simultaneously with the variety Universal 1 within 64-87 days depending on weather conditions during the growing season. On average during 2 years (in 2014-2015) the variety Uralets proved to be more productive in grain as compared to the mid-season variety Pamyaty Balavina that is the standard for multivariate experiments on two different soils with different levels of mineral nutrition. Depending on the conditions the garin excess was 0.13-0.45 t/ha.

Keywords: variety, spring oat, yield, resistance to diseases, variety testing.

References

1. Batalova G.A. Oves v Volgo-Vyatskom regione. Kirov, 2013.
2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. Moscow, 1985.

3. Katalog mirovoy kollektsii. Oves. Leningrad 492 (1989).
4. Krotova N.V. Iskhodnyy material yarovogo ovsa dlya selektsii na kormovuyu produktivnost': avtoref. dis. … kand. s.-h.nauk. Penza, 2011.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaystvennyh kul'tur. Moscow 1 (1985).
6. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sohraneniyu mirovoy kollektsii yachmenya i ovsa. St., 2012.
7. Mitrofanov A.S., Mitrofanova K.S. Oves. Moscow, 1972.
8. Nettevich E.D., Lyzlov E.V., Sergeev A.V. Zernovye furazhnye kul'tury. Moscow, 1980.
9. Nikolaeva L.S. Sorta ovsa universal'nogo ispol'zovaniya. Nauchnoe nasledie T.S.Mal'tseva i sovremennye problemy zemledeliya Rossii: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 115-y godovshchine so dnya rozhd. T.S.Mal'tseva. Kurgan (2011): 187-189.
10. Nikolaeva L.S., Kardashina V.E. Osnovnye napravleniya selektsii ovsa na Srednem Urale. APK Rossii 72-1 (2015): 106-108.
11. L.S.Nikolaeva [i dr.] Zernoukosnye sorta ovsa Krasnoufimskoy selektsii. Novye gorizonty agrarnoy nauki Urala: sb. nauch. trudov GNU Ural'skiy NIISKH (k zonal'nym soveshchaniyam po provedeniyu polevyh rabot v Sverdlovskoy oblasti v 2014 godu). Ekaterinburg (2014): 60-64.
12. Novikov M.N., Tyslenko A.M., Barinov V.N. Produktivnost' i kachestvo ovsa v smeshannyh posevah s lyupinom. Trudy po prikl. bot., gen. i sel. St. 171 (2013): 277-281.

Nikolaeva Lyudmila Spiridonovna, senior researcher, Krasnoufimsk breeding center, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: selektsiya@bk.ru.

Kardashina Valentina Evgenyevna, senior researcher, Krasnoufimsk breeding center, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: valya.kardashina@yandex.ru.

Ural dairy cattle exteriors

A. V. Novikov

In stud farms of Sverdlovsk region the productivity of dairy cattle is more than 7033 kg of milk with the fat and protein content 3.94 % and 3.09 %, respectively. The great variability of animals in herds according to their body parameters reduces the efficiency of selection and breeding work. The selection of first-calf heifers according to their exterior parameters significantly increases their milk yield productivity by 177.1 kg, with the fat and protein content increasing by 0.02% and 0.03 %, respectively ($P \leq 0{,}01$; $P \leq 0{,}001$). The increased number of exterior parameters for cows with due milk productivity (more than 7000 kg) causes the increase of their body weight by 44 kg, the milk yield by 730 kg of milk per one lactation, the fat and protein content by 0.08 % and 0.09 %, respectively.

Keywords: selection, variation, selection, exterior, figure, dairy cattle, efficiency, live weight.

References

1. Gerchikov N.P. Skotovodstvo. Moscow (1964): 14-30.
2. Lesli Dzh. F. Geneticheskie osnovy selektsii sel'skohozyaystvennyh zhivotnyh. Moscow (1982): 330-349.
3. Novikov A.V., Sevost'yanov M.Yu. Ekster'er molochnogo skota v plemennyh hozyaystvah Sverdlovskoy oblasti. Vestnik Kurganskoy GSKHA 2 (2013): 41-43.
4. Busygina T.M., Novikov A.V. Formy teloslozheniya pervotelok kolhoza ''Ural''. Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnyh i biologicheskih resursov v sel'skom hozyaystve: mater. mezhd. nauch.-prakt. konf. 22-23 May, Ekaterinburg (2014): 50-52.
5. Novikov A.V., Zinnurov E.A. Razmery teloslozheniya i produktivnost' pervotelok OOO ''Borodulinskoe''. Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnyh i biologicheskih resursov v sel'skom hozyaystve: mater. mezhd. nauch.-prakt. konf. 22-23 May. Ekaterinburg (2014): 126-128.

6. Rusin M.N., Novikov A.V., Romanovskaya A.R. Razmery teloslozheniya zhivotnyh stada OOO ‘’Mezenskoe’’. Agrarnyy vestnik Urala 11 (2015): 30-33.

Novikov Andrey Vladimirovich, Cand. Sci. (Agriculture), senior researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: uralniishoz@mail.ru.

Winter cress reaction to the adverse abiotic conditions of the Middle Urals

A. B. Ponomarev, L. A. Ponomareva, N. A. Kiprushkina

The influence of various weather conditions on yield of winter cress oilseeds in comparison with varieties and hybrids of rape were studied for three years with increasing humidity and reducing amount of effective temperatures from the hot dry 2013 to the wet cool 2015. In the first year the difference in yield of rape and winter cress was minimal and the amount of seeds ranged from 1.27 to 1.40 t/ha. With decreasing temperature and increasing humidity the advantage of winter cress increased, and in the most important and coolest 2015, the yield of seeds of the best varieties of winter cress was 3.47 t/ha and 1.81 t/ha for rape varieties and of 2.27 t/ha for rape hybrids. On average, over three years the maximum yield among the studied crops, varieties and hybrids had the variety of winter cress SC 3309 (2,59 t/ha). When shifting the sowing date from mid-May to early June the yield increased along with the increasing risk of obtaining immature seeds, and in the most humid and coolest 2015 desiccants were used. In the dry 2013 and moderately wet 2014 the desiccation was not required, and the aging of winter cress occurred 18-20 days earlier than that of rape. In general the productivity of rape and winter cress was influenced by the increasing photoperiod and the exposure to or withdrawal from heat stresses during early phases of developing plants. Changes of sowing dates can adjust the influence of abiotic factors caused by temperature, humidity and light on the total yield of oilseeds.

Keywords: winter cress, rape, oilseeds, desiccation, abiotic factors, heat stress, photoperiod, diversification.

References

1. Zezin N.N., Mal’tsev N.V. Nauchnoe obespechenie kormoproizvodstva v Ural’skom Federal’nom okruge. Kormoproizvodstvo 2 (2016): 3-6.
2. Klimaticheskoe rayonirovanie Rossii. Elektronnyy resurs. Web. 20 April 2016 <https://yandex.ru/images/search?text=kontinental’nyy%20klimat%20karta.
3. Smirnov A.A. [i dr.] Osnovy tekhnologii vozdelyvaniya ryzhika posevnogo. Prakticheskie rekomendatsii. Penza, 2013.
4. Smirnov A.A., Dolzhenko D.O., Kabunin A.A. Rasshirenie spektra vozdelyvaemyh kul’tur – nadezhnyy put’ povysheniya effektivnosti proizvodstva maslichnogo syr’ya. Penza, 2013.
5. Ershov A.L. Produktivnost’ rapsa i myatlikovyh kul’tur v odnovidovyh posevah i travosmesyah v usloviyah Srednego Urala: avtoref. … kand. s.-h. nauk. Ekaterinburg, 1995.
6. Bezgodov A.V. Podbor sortov, norm vyseva i srokov seva yarovogo rapsa i surepitsy dlya vozdelyvaniya na semena v usloviyah Srednego Urala: avtoref. … kand. s.-h. nauk. Ekaterinburg, 1995.
7. Satubaldin K. K. Tekhnologiya vozdelyvaniya rapsa i surepitsy v usloviyah Srednego Urala: dis. … d-ra s.-h. nauk. Ekaterinburg, 2004. 374 s. S. 361–372. Web. 10 March 2016 <http://www.dissercat.com/content/tekhnologiya-vozdelyvaniya-rapsa-i-surepitsy-v-usloviyakh-srednego-urala#ixzz2IzTJTtsR>.
8. Yarovoy raps ot Rapool 2016. Moscow, 2016.
9. Shpaar D. [i dr.]Raps i surepitsa: vyrashchivanie, uborka, ispol’zovanie. Moscow, 2007.

Ponomarev Anatoly Borisovich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Ponomareva Lidiya Anatolyevna, Cand. Sci. (Agriculture), researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Kiprushkina Nina Alexandrovna, researcher of the Analytical Laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Tillage ways and their influence on the productivity of grain crops and the crop rotation efficiency

P. A. Postnikov, A. B. Ponomarev, V. V. Popova, O. V. Vasina

In a stationary experiment on gray forest loamy soil of the Middle Urals the possibility of minimizing the basic processing of the soil was studied. Replacement of moldboard plowing on heavy cultivator(15-16 cm) did not cause significant changes of soil physical properties. The use of green manure and straw in the rotation as fertilizer contributed to the softening of the soil in the 0-20 cm layer, the density before sowing of crops amounted to 1,00-1,12 g/cm3. The first two crops after a couple of notable differences between the main methods for the addition of soil was not detected on subsequent crop rotation the largest seal found in the use of surface tillage (8-10 cm). The ploughing of rape for green manure in the first year of the leveled differences in the accumulation of available water between the methods of tillage. Under other cultures of crop rotation, deep autumn processing compared with surface tillage contributed to the increase in spring moisture reserves in the layer 0-50 cm 8,9-10,3 mm. Enrichment of the soil digestible nitrogen at a colza plowing in a steam field lowered the negative moment of minimizing processing of the soil, and, exactly, in providing plants with mineral nitrogen during all vegetation. The greatest number of mineral forms of nitrogen (N-NO3 +N-NH4) in the layer 0-20 cm in spring found in wheat and oats. On the third and fourth year after application of green manure in the phase of full germination of pea and barley decreased availability of mineral nitrogen with a minimum treatment by 1.6 to 8.8 mg relative to annual moldboard plowing. Plowing use 2 times for rotation in combination with resource-saving ways of processing of the soil didn't reduce productivity of grain crops. When plowing, 1 time rotation for grain production in comparison with conventional tillage has decreased on 0,13-0,23 t/ hectare.

Keywords: tillage, crop rotation, soil density, productive moisture, mineral nitrogen, productivity.

References

1. Kopytov M. N. [i dr.] Rekomendatsii po uvelicheniyu proizvodstva zerna i vnedreniyu resursosberegayushchih tekhnologiy v rastenievodstve (opyt peredovyh hozyaystv Sverdlovskoy oblasti). Ekaterinburg, 2008.
2. Postnikov P.A. [i dr.] Adaptivnoe zemledelie na Srednem Urale: sostoyanie, problemy i puti ih resheniya. Ekaterinburg, 2010.
3. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G., Korotkih N.A. Razrabotka tekhnologii NO-till na chernozeme vyshchelochennom lesostepi Zapadnoy Sibiri. Zemledelie 5 (2001): 20-22.
4. Kiryushin V.I. Minimalizatsiya obrabotki pochvy: perspektivy i protivorechiya. Zemledelie 5 (2006): 12-14.
5. Lazarev A.P. Osnovnye elementy sistemy zemledeliya na chernozemah Zapadnoy Sibiri (na primere Tyumenskoy oblasti): avtoref. dis. … d-ra s.-h. nauk. Tyumen', 2012.
6. Perfil'ev N.V. Optimizatsiya sistem obrabotki temno-seroy lesnoy pochvy v Severnom Zaural'e: avtoref. dis. … d-ra s.-h. nauk. Tyumen', 2014.
7. Kaipov Ya.Z., Sultangazin Z.R., Abdullin M.M. Effektivnost' kombinirovannoy obrabotki pochvy v usloviyah lesostepi vostochnyh predgoriy Yuzhnogo Urala. Zemledelie 2 (2015): 22-24.
8. Anisimov Yu.B., Ageev A.A. Resursosberegayushchie tekhnologii vozdelyvaniya sel'skohozyaystvennyh kul'tur v usloviyah severnogo lesostepnogo landshafta Yuzhnogo Urala. APK Rossii 72-1 (2015): 60-63.

9. Pavlenkova T.V. Izmenenie kolichestva nitratnogo, ammiachnogo azota, biologicheskoy aktivnosti pri ispol'zovanii udobreniy. Agrarnyy vestnik Urala 1 (2008): 27-28.

10. Perederieva V.M., Vlasova O.I. Sevooborot kak biologicheskoe sredstvo intensifikatsionnyh protsessov v sovremennom zemledelii. Vestnik APK Stavropol'ya 2 (2015): 35-44.

11. Byzov I.S., Postnikov P.A., Ponomarev A.B., Garifyanova R.R. Resursosberegayushchie obrabotki pochvy v zernotravyanom sevooborote. Zemledelie 1 (2015): 15-17.

Postnikov Pavel Afanasyevich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: Postnikov.ural@mail.ru.

Ponomarev Anatoly Borisovich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: ponomarev502@mail.ru.

Popova Vera Viktorovna, researcher of the Analytical Laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: vvpopova_77@mail.ru.

Vasina Olga Vladimirovna, junior researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: Vasina_ov@mail.ru.

Impact of predecessors on fertility of the soil and productivity of spring barley in crop rotations

P. A. Postnikov, V. V. Popova

The saturation of field crop rotations with crops of one-year and long-term bean cultures, use of straw and green manure as fertilizer will allow to increase efficiency of an arable land and to suspend degradation of arable lands. In 2011-2015 on the dark gray forest soil impact of predecessors and systems of fertilizers on productivity of spring barley in crop rotations is studied. Researches are conducted in the five fields of crop rotation on three backgrounds of food: natural (without fertilizers); mineral and organo-mineralny. Systematic use of organic fertilizers promoted increase in a share agronomical of valuable particles of 0,25-10 mm in size for 4,4-6,9 %, to decrease in density of the soil in an arable layer on 0,02-0,07 g/cm3 and to increase of reserves of productive moisture on 4,1-7,6 mm in comparison with the natural level of fertility. Average annual receipt of vegetable mass of the stubble-root residues to the soil within 3,5-5,0 t/hectare provided biological activity in control at the level of 29,3-37,0%. On mineral and organo-mineralny backgrounds of food the soil biogenic of an arable layer increased for 10,6-11,9% in relation to option without fertilizers. The greatest productivity of spring barley at the level of 4,64-5,50 t is reached at moderate moisture security of the vegetative period (hydrothermal coefficient-1,38), in droughty conditions it didn't exceed 2,33-3,89 t/hectare. On average in 5 years productivity of spring barley on the fertilized backgrounds of food varied within 3,5-4,0 t, the grain increase to control made 1,12-1,74 t/hectare. The maximum collecting grain is received on the fertilized food backgrounds at crops of barley after annual herbs with a plowing of a after rape bite. Placement of spring barley in crop rotations is preferable on busy steam, peas and a clover.

Keywords: dark gray forest soil, crop rotation, predecessor, food background, mineral fertilizers, green manure, straw, spring barley, productivity.

References

1. Zezin N.N. [i dr.] Yarovoy yachmen' i pshenitsa na Srednem Urale. Ekaterinburg, 2010.

2. Ogorodnikov L.P., Postnikov P.A. Urozhaynost' yarovogo yachmenya i himicheskiy sostav zerna v zavisimosti ot meteorologicheskih osobennostey vegetatsionnogo perioda. Problemy plodorodiya pochv, zemledeliya i rastenievodstva na Urale: sb. nauch. statey. Ekaterinburg (1999): 27-35.

3. Anisimov Yu. B. Optimizatsiya agrotekhnologii vozdelyvaniya yarovogo yachmenya v usloviyah severnogo lesostepnogo agrolandshafta YUzhnogo Urala: avtoref. dis. … kand. s.-h. nauk. Orenburg, 2011.
4. Torikov V.E., Sorokin A.E. Urozhaynost' yarovogo yachmenya i ovsa v usloviyah dlitel'nogo statsionarnogo opyta. Agrarnyy vestnik Urala 4 (2011): 12-14.
5. Nafikov M.M., Zamaydinov A.A., Fomin V.N., Spichkov S.I. Urozhaynost' i pitatel'naya tsennost' yachmenya v zavisimosti ot predshestvennikov i udobreniy. Kormoproizvodstvo 4 (2013): 11-13.
6. Kiryushin V.I. Problema ekologizatsii zemledeliya (Belgorodskaya model'). Dostizheniya nauki i tekhniki APK 12 (2012): 3-9.
7. Novoselov S.I., Gorohov S.A., Ivanov M.I., Novoselova E.S. Deystvie i posledeystvie organicheskih udobreniy v sevooborote. Agrohimiya 8 (2013): 30-37.
8. Shramko N.V., Vihoreva G.V. Ratsional'noe ispol'zovanie priemov biologizatsii na dernovo-podzolistyh pochvah v sisteme zemledeliya Verhnevolzh'ya. Zernobobovye i krupyanye kul'tury 2 (2015): 71-76.
9. Ogorodnikov L.P. Obosnovanie tekhnologii vozdelyvaniya yachmenya na Srednem Urale: avtoref. dis. … d-ra s.-h. nauk. Omsk, 1994.
10. Kosyanenko L.P. Serebryannikov Yu.I. Vliyanie meteousloviy na urozhaynost' sortov yachmenya v lesostepi Krasnoyarskogo kraya. Vestnik KrasGAU 12 (2011): 101-104.
11. Postnikov P.A. Rol' parov v stabilizatsii plodorodiya pochvy i urozhaynosti zernovyh kul'tur v sevooborotah. Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta 6 (2013): 41-43.

Postnikov Pavel Afanasyevich, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Department of Agriculture and Forage Production, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: Postnikov.ural@mail.ru.

Popova Vera Viktorovna, researcher of the Analytical Laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: vvpopova_77@mail.ru.

Adaptability of winter rye varieties under the conditions of the Middle Urals

G. N. Potapova

The paper is concerned with studying of varieties of winter rye with high productivity and high adaptability. It provides a variety of valuable genetic sources for breeding and creation of varieties suitable for growing in production. The study in 2012-204 the best varieties of winter rye varieties and hybrids, which are significantly higher than the standard variety Parom by productivity. Differences growing conditions over the years allowed to characterize the varieties on adaptability values. The varieties Talovskaya 41 and Gran combines a high yield with a high environmental stability and plasticity that testifies to their value as a source material for breeding of a rye. The varieties Talovskaya 44, Pamyat Kondratenko and Estapheta Tatarstan entered the intensive group, so their growth is necessary to create the best conditions. The varieties: Rushnik, Yantarnaya, Slavia, Phalenskaya 4, Pamyat Kunakbaeva, Radon, Pyshma yields were average, but they have shown a high level of environmental stability and plasticity. A rye varieties listed above are suitable for growing on a production and are used in breeding work with a winter rye under the conditions of the Middle Urals.

Keywords: winter rye, productivity, meteorogical conditions, adaptability, stability, plasticity, genetic origins.

References

1. Goncharenko A.A. Aktual'nye voprosy selektsii ozimoy rzhi. Moscow (2014): 33-64.
2. Urban E.P. Ozimaya rozh' v Belarusi: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdelyvaniya. Minsk (2009): 34-55.
3. Banaszak Z., Banaszak K., Kaczmarek Z. Rye varieties in Poland. By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw, 24-26 June 2015. Pp. 26-27.

4. Geiger H. H. Breeding methods in diploid rye (Secale cereal L.) Jag. Ber. Akad. Landmirtsch. DDR. Berlin, 1982. N 198. Pp. 305-332.

5. Zykin V.A. [i dr.] Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skohozyaystvennyh rasteniy. Ufa, 2005.

6. Potanin V.G., Aleynikov A.F., Stepochkin P.I. Novyy podhod k otsenke ekologicheskoy plastichnosti sortov rasteniy. Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii Vol. 18, 3 (2014): 548-552.

7. Rybas' I.A. Otsenka parametrov ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov ozimoy myagkoy pshenitsy. Agrarnyy vestnik Urala 6 (2014): 26-29.

8. Fowler D.B. Breedingfor frost tolerance in rye. By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw, 24-26 June 2015. P. 51.

9. Dzyubenko N.N. Geneticheskie resursy kul'turnyh rasteniy – osnova prodovol'stvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti Rossii. Vestnik RAN 1 (2015): 3-8.

10. Larsen R.J. Historical, current and potential future trends for rye production and breeding in Canada. By materials International Conference on Rye Breeding ang Genetics. Wroclaw, 24-26 June 2015. P. 24.

11. Zhuchenko A.A. Rozh' – vazhneyshaya prodovol'stvennaya i kormovaya kul'tura Rossii. Agroprodovol'stvennaya politika 3 (2012): 14-21.

12. Zhakubekov K.K., Potapova G.N. Ozimaya rozh' i tritikale – vazhnaya chast' zelenogo konveyera. Zemledelie 6 (2009): 24-25.

13. Potapova G.N., Zvereva T.N., Galimov K.A. Rezul'taty selektsii ozimoy rzhi v FGBNU ''Ural'skiy NIISKH''. APK Rossii 73 (2015): 120-124.

14. Potapova G.N. Osobennosti vliyaniya dinamiki temperatury i summy osadkov na urozhaynost' ozimoy rzhi v usloviyah Srednego Urala. Agrarnyy vestnik Urala 9 (2015): 19-24.

15. Metodika po sortoispytaniyu sel'skohozyaystvennyh rasteniy. Moscow, 1979.

16. Kil'chevskiy A.V., Hotyleva L.V. Ekologicheskaya selektsiya rasteniy. Minsk, 1997.

17. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. Moscow, 1985.

Potapova Galina Nikolayevna, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher of the Department of Selection and Seed Farming of Winter Crops, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: GNP60@bk.ru.

Economic efficiency of cultivating perspective grades of wheat for seeds and food purposes under the conditions of the Middle Urals

A. A. Shanin, L. V. Guseva, N. V. Mal'tchev

The paper deals with the carried-out analysis of the received results of researches in 2008-2014, with the theoretical and practical aspects of application of traditional and new low-cost technologies of cultivating perspective grades of spring wheat under the conditions of the Central Urals being considered. The basic elements of technology to provide high profitability are revealed. The agro-industrial complex is the most important sector of economy of Sverdlovsk region. Today many agricultural enterprises of the Ural region show keen interest to a question of application of economically reasonable technology of successful cultivation of crops, including spring-sown field. One of ways of increase of profitability of production of crops is decrease in product cost and increase in productivity due to use of the perspective modern grades and improvement of technology of their cultivation adapted for local conditions. At a grade choice for cultivation in this or that agrosoil region it is extremely necessary to consider its genetic potential, biological features, use purposes, and also a number of economic indicators.

Keywords: technology, wheat, productivity, structure of expenses, profitability, efficiency.

References

1. Prikaz ot 25 iyunya 2007 g. № 342 ''O kontseptsii razvitiya agrarnoy nauki i nauchnogo obespecheniya APK Rossii do 2025 goda''.

2. Kryuchkov A.G. Osnovnye printsipy i metodologiya agroekologicheskogo rayonirovaniya zernovyh kul'tur v stepi Yuzhnogo Urala. Moscow, 2006.

3. Zezin N.N. [i dr.] Harakteristika novogo sorta yarovoy pshenitsy Ekaterina i tekhnologiya ego vozdelyvaniya v usloviyah Srednego Urala (prakticheskie rekomendatsii). Ekaterinburg, 2016.

4. Zykin V.A., Belan I.A., Rossev V.M. Selektsiya yarovoy myagkoy pshenitsy na adaptivnost' v usloviyah Zapadnoy Sibiri: osobennosti, rezul'taty, perspektivy. Problemy selektsii i semenovodstva polevyh kul'tur v Zapadnoy Sibiri i Kazahstane. Barnaul (2001): 21-31.

5. Loskutov I.G. Oves (Avena L.). Rasprostranenie, sistematika, evolyutsiya i selektsionnaya tsennost'. St. Petersburg, 2007.

6. Pospelova L.V. Urozhaynost' i posevnye kachestva semyan razlichnyh sortov yachmenya v usloviyah uchkhoza ''Uralets''. Sbornik nauchnyh trudov UrGSKHA, Ekaterinburg (2001): 111-117.

7. Chepelev V.P., Shorohova A.I. Reaktsiya yachmenya na usloviya vyrashchivaniya v regione Srednego Urala. Sbornik nauchnyh trudov UrGSKHA, Ekaterinburg (2001): 344-345.

8. Halimullin G.A., Semin A.N. Sistema vedeniya sel'skogo hozyaystva Sverdlovskoy oblasti. Ekaterinburg, 2000.

9. Maksimov R.A. Sovremennye problemy adaptivnoy selektsii yachmenya na Srednem Urale. Sbornik statey mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 55-letiyu Ural'skogo NIISKH, Ekaterinburg (2011): 465-466.

10. Kodanev I.M. Povyshenie kachestva zerna. Moscow, 1976.

11. Nettevich E.D. Vyrashchivanie pivovarennogo yachmenya. Moscow, 1981.

12. Kovalev L.G. Nekotorye priemy uluchsheniya urozhaynyh kachestv semyan ozimoy pshenitsy, yarovogo yachmenya v usloviyah Voroshilovgradskoy oblasti: avtoref. dis. … kand. nauk. Har'kov, 1972.

13. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoy intensifikatsii sel'skogo hozyaystva. Pushchino, 1994.

14. Borisonnik Z.B., Musatova A.G., Galanitskaya O.I. Urozhaynost' yarovogo yachmenya v zavisimosti ot meteorologicheskih usloviy i agrotekhnicheskih faktorov. Dokl. VASKHNIL 1 (1989).

Shanin Alexander Andreevich, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy Director for Scientific Activities, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: shanin.a@list.ru.

Guseva Lidiya Valentinovna, Cand. Sci. (Economics), leading researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: uralniishoz@mail.ru.

Mal'tchev Nikolay Vasilyevich, Dr. Sci. (Economics), leading researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.

E-mail: nikolai_malcev@mail.ru.

Assessing the potatoes varieties according to biochemical parameters under the conditions of the Middle Urals

E. P. Shanina, E. M. Klyukina, M. A. Stafeeva, L. B. Sergeeva, N. A. Kiprushkina, N. V. Maslenina

The paper is concerned with potatoes tubers quality indicators of the Ural breeding, namely: starch, protein, vitamin C, sugars, nitrates. It is proved that the starch content in potato tubers depends on several factors: the characteristics of the variety, agro-ecological and climatic conditions, cultivation techniques, the length of the growing season, fertilizer and storage conditions. Early-maturing varieties, generally contain less starch than with late. Allocated potato varieties with high starch content in potato tubers - Original and Baron; with high protein content - Original; low sugar - Start and Baron; with a high content of vitamin C - Irbitsky, Amur and Kamensky. Potato Baron early maturing varieties overcome negative correlation between early-maturing and high starch content. The most environmentally sustainable indicator - starch content in the tubers, the average degree of variation of the characteristic of protein, vitamin C and sugars. Depending on growing conditions varies considerably accumulation of nitrates. After six months of storage

evaluated varieties of biochemical indicators. It has been shown that the protein content varies slightly; there is a buildup of sugars; Vitamin C is a decrease in the tubers; nitrate content is significantly reduced.

Keywords: potatoes, variety, tubers, quality, biochemical parameters, starch, protein, nitrates, stability.

References

1. Banadysev S.A. Effektivnost' novyh printsipov organizatsii i elementov tekhnologii semenovodstva kartofelya. Kartofelevodstvo 11 (2002): 248-258.
2. Yashina I.M., Sklyarova N.P., Simakov E.A. Rezul'taty ispol'zovaniya geneticheskih istochnikov iz kollektsii VIR v selektsii kartofelya na ustoychivost' k boleznyam i vreditelyam. K 80-letiyu mirovoy kollektsii kartofelya VIR: trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii. St. Petersburg 163 (2007): 118-135.
3. Al'smik P.I. Selektsiya kartofelya v Belorussii. Minsk, 1979.
4. Kozlova L.N., Kolyadko O.M. Biohimicheskoe kachestvo selektsionnogo materiala. Voprosy kartofelevodstva: mater. nauch. konf. molodyh uchenyh stran SNG, posvyashch. 110-letiyu so dnya rozhd. A.G.Lorha. Moscow (1999): 22-24.
5. Schick R., Hopfe A. Die Zuchtung der Kartoffel. Die Kartoffel. Ein Handbuck herausgegeben von Rudorlf Schick und Maximilian Klinkowski. VEB Deutscher Zandwirtschaftsverlag. 1962. Bd. 11. Pp. 1461-1583.
6. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya s/h kul'tur. Moscow, 1975.
7. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya. Mosocw, 1967.

Shanina Elena Petrovna, Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Potatoes Selection, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Klyukina Elizaveta Matveyena, Cand. Sci. (Agriculture), leading researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Stafeeva Maria Alexandrovna, researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: stafeeva-marija@mail.ru.

Sergeeva Ludmila Borisovna, Cand. Sci. (Agriculture), researcher, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: sergeevaludmilarogoz@rambler.ru.

Kiprushkina Nina Alexandrovna, researcher of the Analytical Laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: shanina08@yandex.ru.

Maslenina Nadezhda Vasilyevna, researcher of the Analytical Laboratory, Ural Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: shanina08@yandex.ru.

INTERNATIONAL PUBLICATION

Analysing key factors in the development of the renewable energy sector in Germany

D. Kuznetsov, H. Mennen

Renewable energy worldwide will substitute the fossil energy sources and nuclear fuels. In two contributions the authors introduce the bases and topical data for the development of renewable energy

sources in Germany and in the Russian Federation. In this contribution the key factors are shown for the development of the renewable energy in Germany with the main focus electricity production. These include historical and social aspects of development, the legislative basis, data analysis and the prospects for renewable energy in Germany. The aim of this work is to identify in a systematic process the key factors and trends in the development of renewable energies in Germany.

Keywords: renewable energy, development, technical progress, legislative basis, wind energy, photovoltaic, biomass, hydropower, sustainable development.

References

1. David Bielo. 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels: Scientific American, 2013. Web. 17 March 2016 <http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/>.

2. Der Spiegel, 1949: Angenehmes Nebenprodukt – Kuh und Komposthaufen Der Spiegel : Web. 15 March 2016 <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-44435982.html>.

3. Brück, Jürgen, 2007: 20 Jahre Windenergie an der Westküste. Energieportal24. Portal für Energie und Umwelt und Bauen. Web. 17 March 2016 <http://www.energieportal24.de/artikel_2574.htm>.

4. Meadows, Dennis L. et al., 1972, Limits to Growth, New York, a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind, Universe Books.

5. Deutscher Bundestag – Abgeordnete 17.WP 2009-2013: Biographien Dr. Hermann Scheer Deutscher Bundestag Web. 20 March 2016 <http://webarchiv.bundestag.de/cgi/show.php?fileToLoad=3041&id=1223>.

6. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWI), 2016: Zeitreihen zu erneuerbaren Energien in Deutschland Informationsportal für erneuerbare Energie. Web. 10 May 2016 <http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html>.

7. Max Plank Institut für chemische Energiekonversion und Agentur Zukunft, 2014: Das EEG – einsamer RekordSolarify Agentur Zukunft. Web. 20 March 2016 <http://www.solarify.eu/2014/03/15/017-das-eeg-einsamer-rekord/>.

8. Verlinden, Julia 2015: Ohne die Grünen gäbe es das EEG nicht. PV magazine PV Magazine Deutschland. Web. 22 March 2016 <http://www.pv-magazine.de/nachrichten/details/beitrag/ohne-die-grnen-gbe-es-das-eeg-nicht_100018748/>.

9. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), 2016: (Renewables 2015 Global Status Report. Renewable Energy Policy Network for the 21st centery. Global Status Report. Web. 20 March 2016 <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>.

10. Bundesverband der Deutschen Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), 2015: Strommix 2015: Stromerzeugung nach Energieträgern Strom-Report. Zahlen. Daten. Fakten. Stromquellen im Vergleich. Web. 13 March 2016 <http://strom-report.de/strom-vergleich/#stromerzeugung-2015>.

11. Stromreport 2016: Windenergie in DeutschlandStrom-Report. Zahlen. Daten. Fakten. Windenergie. Web. 19 March 2016 <http://strom-report.de/windenergie/#windenergie-entwicklung-2015>.

12. Bundesverband Windenergie (BWE) 2016, Installierte Windenergieleistung in Deutschland Bundesverband Windenergie. Web. 10 March 2016 <https://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/installierte-windenergieleistung-deutschland#>.

13. Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) 2007: EEG-Vergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien - ÜbersichtInternationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien. Web. 19 March 2016 <http://www.iwr.de/re/wf/EEG%20Verguetung.htm>.

14. Wind-Lexikon, 2013: Vergütungskategorientabelle Das Lexikon zur Windtechnologie. Web. 28 Feb. 2016 <http://www.wind-lexikon.de/cms/lexikon/106-lexikon-v/960-verguetungskategorientabelle.html>.

15. Bundesverband Windenergie (BWE), 2016: Leistungssteigerung bei Windenergieanlagen Bundesverband Windenergie. Web. 20 March 2016 <https://www.wind-energie.de/themen/technik-anlagen>.

16. Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), 2013: Solarstromanlagen seit 2006 rund 67% günstiger Heizsparer. Web. 21 Feb. 2016 <http://www.heizsparer.de/solar/photovoltaik/photovoltaik-wirtschaftlichkeit>.

17. WattFox GmbH, 2016: Photooltaik Angebotsvergleiche DE Preisindex.Photovoltaik Angebotsvergleich. Web. 12 March 2016 <http://www.photovoltaik-angebotsvergleich.de/photovoltaik-kosten.html?ac05>.

18. Solarenergieförderverein, 2016: Vergütungsrechner für PV Anlagen Solarenergieförderverein. Web. 12 May 2016 <http://www.sfv.de/rechner-eeg-verguetung/pv-verguetungsrechner_r.html>.

19. Statista GmbH (2016): Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1992 bis 2015 Das Statistik-Portal. Web. 21 March 2016 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167671/umfrage/anzahl-der-biogasanlagen-in-deutschland-seit-1992/>.

20. Statista GmbH (2016): Installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen in Deutschland in den Jahren 1999 bis 2015 (in Megawatt)Das Statistik-Portal. Web. 20 March 2016 <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167673/umfrage/installierte-elektrische-leistung-von-biogasanlagen-seit-1999/>.

21. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftnutzung – Global Umweltbundesamt. Web. 3 May 2016 <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft>.

22. Umweltbundesamt, 2015: Wasserkraftanlagen in Deutschland Umweltbundesamt. Web. 3 May 2016 <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/nutzung-belastungen/nutzung-von-fluessen-wasserkraft>.

23. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme 2013, Stromgestehungs-kosten erneuerbare Energien Fraunhofer ISE. Web. 14 May 2016 <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf>.

Kuznetsov Dmitry, post graduate student, the Chair ‘’Electricity supply of agriculture’’, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Hartwig Mennen, Dr. Sci. (Agriculture), 1st chairman of LOGO e.V. and freelancer (Agrar und Umwelt Mennen Consult), 49536 Lienen, Germany.

E-mail: mennen@agrarumwelt.de.

Analysing key factors in the development of the renewable energy sector in Russia

D. Kuznetsov, H. Mennen

Renewable energy worldwide will substitute the fossil energy sources and nuclear fuels. In the second contribution, dedicated to the development of renewable energy, Kuznetsov and Mennen have analyzed the condition of renewable energy in the Russian Federation through the prism of historical development. Some individual indicators for electricity generation from different energy sources until 2015 are known. There are no summarized data for each source of energy, which could help to determine the current systematic state, the potential and tendencies in the development of renewable energy in Russia. The potential of renewable energy and impact of other factors on their development are not enough explored. The aim of this work is to identify in a systematic process the key factors and trends in the development of renewable energies in Russia. Here is a complete estimation of indicators of the electricity power in the Russian Federation by structure of energy sources, including renewables. The history of the development of the industry and the concept of renewable energy in Russia is a kind of specificity. Big internal transformations and external events have influenced on the development of the renewable energy. A more consistent and continuous development is required. Modern Energy Strategy of the Government of the Russian Federation is aimed at increasing of the share of renewable energy in the electricity generation from about 0,5 % in 2015 to 4,5 % in 2024 (excluding hydropower more than 25 MW). Until 2050 targets have not been determined yet.

Keywords: renewable energy, energy system Russia, renewable power, Renewables, development factors, energy potential, technical potential, economic potential, using of potential, hydropower.

References

1. David Bielo. 400 PPM : Carbon Dioxide in the Atmosphere Reaches Prehistoric Levels [Elektronnyy resurs]: Scientific American, 2013.: [cayt]. Web. 17 March 2016 <http://blogs.scientificamerican.com/observations/400-ppm-carbon-dioxide-in-the-atmosphere-reaches-prehistoric-levels/>.

2. Resursy podhodyat k kontsu: neft', produkty, voda. Vesti. 01.03.2012. Web. 25 March 2016 < http://www.vestifinance.ru/articles/8250>.

3. Orlov A., Topalov A., Todorov V. 130 byudzhetov Rossii pod zemley. Gazeta.ru. 26.01.2015. M., 2016. Web. 25 March 2016 <http://www.gazeta.ru/business/2015/01/26/6327017.shtml>.

4. LAZARD'S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — VERSION 8. [Elektronnyy resurs]: Lazard. SSHA, sentyabr' 2014.: [cayt]. Web. 28 May 2016 <https://www.lazard.com/media/1777/levelized_cost_of_energy_-_version_80.pdf>.

5. Sidorovich V. Mirovaya energeticheskaya revolyutsiya: kak vozobnovlyaemye istochniki energii izmenyat nash mir. Moscow, 2015.

6. Bezrukih P.P. Vozobnovlyaemaya energetika kak odno iz osnovaniy innovatsionnogo razvitiya Rossii i mera preodoleniya krizisa. Elektrika 6 (2010): 3-13.

7. P.P. Bezrukih [i dr.] Spravochnik po resursam vozobnovlyaemyh istochnikov energii Rossii i mestnym vidam topliva 2007 goda. Moscow, 2007.

8. Reyting regionov po urovnyu energodostatochnosti v 2015 godu. RIA Reyting. Moscow, 2015. Web. 5 April 2016 <http://vid1.rian.ru/ig/ratings/energodeficit012016.pdf>.

9. Sher'yazov S.K., Ptashkina-Girina O.S. Ispol'zovanie vozobnovlyaemyh istochnikov energii v sel'skom hozyaystve. Chelyabinsk, 2013.

10. Malik L.K., Netraditsionnaya ekologiya. Vyzovy detsentralizovannogo energosnabzheniya Rossii. Ekotsentr ''Vorob'evy gory''. Moscow, 2016. Web. 5 April 2016 <http://www.ecocenter-vg.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=137:2012-01-12-08-33-35&catid=46:2011-10-14-07-17-01&Itemid=71>.

11. Osnovnye harakteristiki rossiyskoy elektroenergetiki. Ministerstvo Energetiki Rossiyskoy Federatsii. Mosocw, 2016. Web. 7 April 2016 <http://minenergo.gov.ru/node/532>.

12. Osnovnye pokazateli. Ministerstvo Energetiki Rossiyskoy Federatsii. Mosocw, 2016. Web. 7 April 2016 <http://minenergo.gov.ru/node/1161>.

13. Osnovnye napravleniya gosudarstvennoy politiki v sfere povysheniya energeticheskoy effektivnosti elektroenergetiki na osnove ispol'zovaniya vozobnovlyaemyh istochnikov energii na period do 2024 goda : Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 8 yanvarya 2009 g. № 1-r. Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii. S izm. i dop. ot 10.11.2015. Web. 1 Jan. 2016 <http://government.ru/docs/2180/>.

14. Sovremennaya zakonodatel'naya baza Rossiyskoy Federatsii v oblasti vozobnovlyaemoy energetiki. GIS ''Vozobnovlyaemye istochniki Rossii''. 2012. Web. 25 May 2016 <http://gisre.ru/useful/menu-regulations/menu-regulations-base>.

15. Mihaylov L.P. [i dr.]. Malaya gidroenergetika. Moscow, 1989.

16. Rossiyskaya gidroenergetika. RusGidro. Moscow, 2016. Web. 7 April 2016 <http://www.rushydro.ru/industry/russianhydropower/>.

17. Prilivnye elektrostantsii: dalekoe budushchee ili zavtrashniy den'? Analiticheskaya gruppa Baltiyskie boevye slony. 09.07.2012. SPb., 2016. Web. 7 April 2016 <http://www.baltslon.ru/eng/publications/article252/>.

18. 110 mlrd kVt•ch mozhno poluchat' ezhegodno iz othodov rossiyskogo APK // Biotoplivnyy portal. Web. 7 April 2016 <http://www.wood-pellets.com/cgi-bin/cms/index.cgi?ext=news&lang=1&nid=1703&sub=show_news>.

19. Rynok drevesnyh toplivnyh granul. Itogi-2014 // Pervyy lesopromyshlennyy portal. St. Petersburg, 2016. Web. 7 April 2016 <http://www.wood.ru/ru/nlari02.html>.

20. Butuzov V.A., Tomarov G.V., Shetov V.H. Geotermal'naya sistema teplosnabzheniya s ispol'zovaniem solnechnoy energii i teplovyh nasosov. AVOK, nekommercheskoe partnerstvo inzhenerov. Moscow, 2016. Web. 7 April 2016 <http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3977>.

21. Otchet o funktsionirovanii EES Rossii v 2015 / Sistemnyy operator Edinoy Energeticheskoy Sistemy. Rossiya, 2016. Web. 15 March 2016 <http://so-ups.ru/fileadmin/files/company/reports/disclosure/2016/ups_rep2015.pdf>.

22. Ob utverzhdenii skhemy i programmy razvitiya edinoy energeticheskoy sistemy Rossii na 2015–2021 gody: Prikaz Ministerstva Energetiki Rossiyskoy Federatsii ot 9 sentyabrya 2015 goda № 627.

Ministerstvo Energetiki Rossiyskoy Federatsii. Moscow, 2015. Web. 10 April 2016 <http://minenergo.gov.ru/node/1287>.

23. IRENA Renewable Capacity Statistics 2016. Report / Mezhdunarodnoe agentstvo po vozobnovlyaemym istochnikam energii // Otchet 2016. Web. 7 April 2016 <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pd>.

24. Al'ternativnyy energeticheskiy stsenariy. Grinpis Rossii. Moscow, 2016. Web. 5 April 2016 <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/climate/alternative/>.

25. Volker Quaschning. Erneuerbare Energien und Klimaschutz. Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende. 3. Auflage. München: Carl Hanser Verlag, 2013.

Kuznetsov Dmitry, post graduate student, the Chair ''Electricity supply of agriculture'', South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dmitrii.kuznetsov9@gmail.com.

Hartwig Mennen, Dr. Sci. (Agriculture), 1st chairman of LOGO e.V. and freelancer (Agrar und Umwelt Mennen Consult), 49536 Lienen, Germany.

E-mail: mennen@agrarumwelt.de.

TECHNICAL SCIENCES

The results of monitoring the costs for maintenance and repair of combine harvesters "Acros 530" and "PALESSE GS12"

G. N. Erokhin, S. N. Sazonov

The costs of maintenance and repair are known to be rather significant in the structure of operating costs for combine harvesting. These costs include: the cost of spare parts and consumables, the cost of employees' labour and the cost of maintenance service. It is very important for an agricultural producer to know and predict their amount. Today in the Russian Federation "Acros 530" and "PALESSE GS12" are widely used combine harvesters in agricultural enterprises and farms. Thus, the paper is devoted to studying the dynamics of changing costs of maintenance and repair for combine harvesters "Acros 530" and "PALESSE GS12". To do this, we use the data of operation monitoring of combine harvesters during 2008-2014, with the dependences of changes in the specific costs of maintenance and repair on the operating time since the beginning of operation being obtained as a result of the information processing. The considered specific cost of the investigated brands of harvesters with a total operating time up to 1400 hours are revealed to be almost comparable, at the same time they increase from 200 RUB/h for the first 100 hours since the beginning of operation up to 630 RUB/h when the operating time amounts 1400 hours. The growth rate of specific costs decreases with increasing operating time. The results make it possible to predict the costs for maintenance and repair of combine harvesters "Acros 530" and "PALESSE GS12" at different time stages of their operation to assume appropriate measures to reduce them.

Keywords: combine harvester, repair, operating time, costs, maintenance service.

References

1. Kuz'min V.N. [i dr.] Spravochnik ekonomista sel'skohozyaystvennoy organizatsii. Moscow, 2012.
2. Erokhin G.N. Tselesoobraznost' uslug mashinno-tekhnologicheskih stantsiy na uborke zernovyh kul'tur. Tekhnika i oborudovanie dlya sela 5 (2006): 30-31.
3. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Rezul'taty otsenki propusknoy sposobnosti zernouborochnyh kombaynov v usloviyah real'noy ekspluatatsii. Nauka v tsentral'noy Rossii 6 (2013): 45-48.
4. Erokhin G.N., Sazonov S.N., Konovsky V.V. Otsenka ekspluatatsionnyh svoystv zernouborochnyh kombaynov ACROS 530 i John Deer W650. Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta 1 (2014): 68-71.

5. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Ekspluatatsionno-tekhnologicheskie pokazateli zernouborochnyh kombaynov. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 6 (2012): 18-20.
6. Erokhin G.N., Sazonov S.N., Konovsky V.V. Modelirovanie pokazateley ispol'zovaniya zernouborochnyh kombaynov ACROS 530 i VECTOR 410. APK Rossii 65 (2013): 114-117.
7. Erokhin G.N., Sazonov S.N., Konovsky V.V. O nadezhnosti raboty zernouborochnyh kombaynov. Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta 6 (2013): 59-63.
8. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Nadezhnost' zernouborochnyh kombaynov v real'nyh usloviyah ekspluatatsii. Sel'skohozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont 1 (2014): 37-40.
9. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Monitoring pokazateley nadezhnosti zernouborochnogo kombayna Acros 530. Nauka v tsentral'noy Rossii 1 (2014): 16-20.
10. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Tekhnicheskaya i ekspluatatsionnaya nadezhnost' raboty sovremennyh zernouborochnyh kombaynov. Nauka v tsentral'noy Rossii 3 (2014): 71-75.
11. Erokhin G.N., Reshetov A.S. Otsenka urovnya nadezhnosti raboty zernouborochnyh kombaynov v sel'hozpredpriyatii. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 6 (2012): 10-12.
12. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Pokazateli remontoprigodnosti zernouborochnyh kombaynov. Tekhnika i oborudovanie dlya sela 2 (2007): 37-38.

Erokhin Gennady Nikolaevich, Cand. Sci. (Engineering), Head of the Laboratory, All-Russian Research Institute for Using Machinery and Petroleum Products in Agriculture.
E-mail: witin4@rambler.ru.

Sazonov Sergey Nikolayevich, Dr. Sci. (Enginering), Professor, Head of the Laboratory, All-Russian Research Institute for Using Machinery and Petroleum Products in Agriculture.
E-mail: snsazon@mail.ru.

Presenting the results of calculation of elliptical plates in MathCAD and its geometric modeling in MSC Patran

V. A. Zhilkin

The software MathCAD [1] does not allow properly displaying the deformed condition of plates with curved edges. Geometric modeling such plates in MSC Patran software product also causes some difficulties [2]. In this paper, an example of calculation of elliptical plate of constant thickness embedded along the contour and loaded evenly distributed-load [3, 4] suggests ways to address these problems. To display the results in MathCAD the calculation of plates with an arbitrary curved contour is proposed to use the function user, allowing constructing a three-dimensional image of the test parameter of deformed plates. For elliptical plates user functions are built to display the deflections and bending moments. When the geometric modeling of plates with a curved outer contour in MSC Patran problems with adequate modeling of contour plates caused by the variability of the first derivatives along the contour of the plate. When Pointwise modeling circuit, this leads to the need to use non-uniform grid, which can be constructed by the method of selection by using the meshing option Mesh Seed, One Way Bias, Two Way Bias and if given a curve, use the option Curv Based MSC Patran. Algorithms in the literature of these options is omitted. In this paper, this algorithm is described, which allows more control over the mesh density in the behind-the-depending on the rate of change of the first derivatives along the contour of the plate.

Keywords: MathCAD, FEM, MSC Patran-Nastran, plate, display surfaces of MathCAD, geometric modeling MSC Patran-Nastran.

References

1. Kir'yanov D.V. MathCAD 14. St. Petersburg, 2007.
2. ZHilkin V.A. Azbuka inzhenernyh raschetov v MSC Patran-Nastran-Marc. Chelyabinsk, 2013.
3. Timoshenko S.P., Gud'er Dzh. Teoriya uprugosti. Mosocw, 1975.
4. Nikiforov S.N. Teoriya uprugosti i plastichnosti. Moscow, 1955.

Zhilkin Vitaly Afanasyevich, Dr. Sci. (Engineering), Professor of the Chair ‘’Management and Informational Technologies’’, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: Zhilkin_Vitalii@mail.ru.

About some problems concerning the storage of agricultural machinery

L. G. Knyazeva, S. N. Sazonov

The purpose of this work is to propose some ways to improve the storage system of agricultural machinery. These issues are extremely relevant to the introduction of sanctions against Russia for that place new tasks before farmers on the technical equipment, the efficiency of storage system and corrosion protection. Internet, literary materials and regulations, including the available documents of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation were used at the analysis of existing information on the problems of storage and corrosion protection of agricultural machinery. The problem of rational storage of agricultural machinery are proposed to consider as an integral part of the global fight problem of the fight against metal corrosion. It is shown that its imperfections caused by many reasons, including inadequate funding and the weakening of the scientific and technical potential of agricultural engineering. It was noted that during the period of non-use of a large part of the agricultural machinery is stored on the open areas. It is proposed to improve the system of storage of agricultural machinery to direct: to create storage services under the machine-technological stations machinery and repair and service enterprises farms; the restoration of the role and functions of the machine yards; with little cost of funds and human resources; environmental cleanliness; obvious economic feasibility; the use of resource-saving technologies of corrosion protection of agricultural machinery based on energy-saving technology, universal kind used for conservation materials and conservation materials on the basis of available secondary raw materials. Used motor mineral and synthetic oils and products of cleaning and regeneration of used mineral oils recommended for use as available raw materials. Conservational compositions can be prepared directly on the storage facilities technology that significantly reduces the monetary funds necessary for their production.

Keywords: agricultural machinery, storage, corrosion protection, preservation, used oils, cleaning products, resource- and energy-saving technologies, machine-technological stations, machine yards

References

1. Zavrazhnov A.I., Nikitin A.V. Realizatsiya prioritetnogo natsional’nogo proekta «Razvitie APK»: ot osnovnyh parametrov do fakticheskogo ispolneniya. Vestnik MichGAU 2 (2007): 10-17.
2. Burak P.I. Tekhnicheskoe obnovlenie agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii. Sel’skohozyaystvennye mashiny i tekhnologii 5 (2014): 5-6.
3. Chernoivanov V. I. [i dr.] Sohranyaemost’ i protivokorrozionnaya zashchita tekhniki v sel’skom hozyaystve. Moscow, 2009.
4. Knyazeva L.G. Nauchnye osnovy sozdaniya antikorrozionnyh konservatsionnyh materialov na baze otrabotavshih neftyanyh masel i rastitel’nogo syr’ya: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora himicheskih nauk. Tambovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet, 2012.
5. Severnev M.M. Hranenie sel’skohozyaystvennoy tekhniki. Minsk, 1980.
6. Kuz’min V.N., Fedorenko V.F., Sazonov S.N. Spravochnik fermera. Moscow, 2013.
7. Katelikov A.N. Formirovanie i optimal’noe ispol’zovanie mashinno-tekhnologicheskih stantsiy v integrirovannyh strukturah APK: dis. … kand. ekon. nauk. Voronezh, 2009.
8. Markov A.N. Organizatsiya obsluzhivaniya sel’skohozyaystvennyh predpriyatiy mashinno-tekhnologicheskimi stantsiyami: dis. … kand. ekon. nauk. Moscow, 2001.
9. Latyshonok M.B. [i dr.] Ukrytie dlya hraneniya sel’skohozyaystvennoy tekhniki. Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki 4 (2011): 204-207.
10. Gubasheva A.M., Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D. Problemy hraneniya sel’skohozyaystvennoy tekhniki v Respublike Kazahstan. Nauka v tsentral’noy Rossii 3 (2015): 39-49.

11. Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Ostrikov V.V., Chernyshova I.Yu. Protivokorrozionnye svoystva otrabotannogo motornogo masla M10G2(k). Praktika protivokorrozionnoy zashchity 3 (2003): 7-11.

12. Prohorenkov V.D., Ostrikov V.V., Knyazeva L.G. Ispol'zovanie otrabotannyh motornyh masel kak osnovy dlya konservatsionnyh materialov. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 2 (2000): 40-45.

13. Prohorenkov V.D., Petrashev A.I., Knyazeva L.G. Zashchita ot korrozii sel'skohozyaystvennoy tekhniki otrabotannymi maslami. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 5 (2006): 18-21.

14. Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Prohorenkov V.D. Ingibirovanie korrozii otrabotavshimi motornymi maslami. Korroziya: materialy, zashchita 10 (2010): 25-30.

15. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D., Klepikov V.V. Tekhnologiya konservatsii sel'skohozyaystvennoy tekhniki otrabotannymi maslami. Nauka v tsentral'noy Rossii 1 (2013): 66-71.

16. Prohorenkov V.D. [i dr.] Otsenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu protsessov hraneniya i protivokorrozionnoy zashchity sel'skohozyaystvennoy tekhniki. Soobshchenie 2. Vybrosy zagryaznyayushchih veshchestv v biosferu. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 2 (2001): 28-34.

17. Knyazeva L.G. [i dr.] Antikorrozionnaya effektivnost' poverhnostnyh i zashchitnyh plenok tovarnyh i otrabotannyh sinteticheskih masel na primere produkta Mobil-1. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 2 (2014): 58-65.

18. Knyazeva L.G. [i dr.] Antikorrozionnaya harakteristika plenok neftyanyh i sinteticheskih masel i ih fiziko-himicheskie harakteristiki. Korroziya: materialy, zashchita 9 (2014): 31-37.

19. Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Epifantsev S.S. Sostav i protivokorrozionnye svoystva ostatochnyh produktov ochistki i osvetleniya otrabotannyh motornyh masel. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 3 (2003): 55-58.

20. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D. Zashchitnaya effektivnost' produktov ochistki otrabotavshih masel v usloviyah elektrohimicheskoy korrozii stali. Tekhnologiya nefti i gaza 4 (2008): 24-30.

21. Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Epifantsev S.S. Zashchita ot atmosfernoy korrozii otrabotannymi maslami, ingibirovannymi produktami ih ochistki. Soobshchenie 4. Zashchitnaya effektivnost' ingibirovannyh POOM otrabotannyh masel v usloviyah vlagonasyshcheniya. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 2 (2006): 41-47.

22. Petrashev A.I. Oborudovanie dlya protivokorrozionnoy zashchity tekhniki. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyaystva 5 (2010): 31-33.

23. Petrashev A.I. Pnevmaticheskaya ustanovka dlya nagreva i raspyleniya vyazkih krasok i mastik v usloviyah APK. Praktika protivokorrozionnoy zashchity 4 (2001): 23-26.

24. Petrashev A.I., Ivoylov A.A., Shatalin Yu.Yu. Peredvizhnaya ustanovka dlya protivokorrozionnoy zashchity mashin. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 2 (2009): 27-29.

25. Petrashev A.I. Gidrodinamicheskiy nagrev vyazkih smazok pri konservatsii sel'hozmashin. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 4 (2006): 23-27.

26. Petrashev A.I., Sazonov S.N., Klepikov V.V. Nauchno-tekhnicheskie osnovy mekhanizatsii protsessov konservatsii agrarnoy tekhniki. Vestnik MichGAU 4 (2014): 61-67.

27. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V. Energoekonomnyy protsess protivokorrozionnoy obrabotki sel'hozmashin v polevyh usloviyah. Nauka v tsentral'noy Rossii 5 (2013): 47-54.

28. Petrashev A.I., Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Ivoylov A.A. Sovershenstvovanie navesnyh sredstv konservatsii mashin. Tekhnika v sel'skom hozyaystve 6 (2008): 49-51.

29. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V., Pluzhnikov M.A. Mobil'nyy agregat dlya protivokorrozionnoy zashchity s.-h. tekhniki vyazkimi smazkami. Traktory i sel'hozmashiny 2 (2014): 11-13.

Knyazeva Larisa Gennadyevna, Dr. Sci. (Chemistry), Associate Professor, Chief Researcher, All-Russian Research Institute of technology and the use of petroleum products in agriculture, Tambov.

E-mail: vitin-10@mail.ru.

Sazonov Sergey Nikolayevich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of Laboratory, All-Russian Research Institute of technology and the use of petroleum products in agriculture, Tambov.

E-mail: vitin-10@mail.ru.

Some aspects of diagnosing the cylinder-piston group in the motor starter scrolling mode of transport and technological machines of the agro-industrial complex

S. S. Kukov, A. V. Gritsenko

The paper presents an improved method for diagnosing the cylinder-piston group of the internal combustion engine based on the analysis of the dynamic compression in the motor starter scrolling mode of the engine crankshaft, with the parameters of the ZMZ-4062 engine being taken as rated. Thus, a mathematical model is developed to consider the changing dynamic pressure in the combustion chamber due to various engine parameters of machine-tractor units, the time period of the compression process that equals 180 degrees of the crankshaft turning angle being also considered. With the cross-section leakage from the combustion chamber being equivalent to 0.1 mm, the maximum pressure at the end of the compression stroke comes up to 13 b. The experiments were conducted with the help of a USB Autoscope to obtain the pressure oscillogram in different engine cylinders during the compression phase to register the time period of the phase passing. Then the pressure reduction phase was measured during the operating stroke. Relative changes of data were compared to the rated parameters, with the point indicating the maximum pressure being compared to the one at the oscillogram. Thus, the following was proved: the larger the total equivalent leakage cross-section was, the more the pressure value at the end of compression was due to the speed of the engine crankshaft rotation. When the total equivalent leakage cross-section was 1.5 mm, the pressure value changed from 6 b at 100 min-1 to 12 b at 300 min-1. When the total equivalent leakage cross-section was 0.1 mm, the pressure was 16.5-17.5 b within the changing range of the speed of the engine crankshaft rotation from 100 to 300 min-1. Worn rings were established to cause a significant shift of the maximum pressure phase. When the rings were 0.1 mm worn, the phase remained unchanged within the entire range of the engine crankshaft speeds from 100 to 300 min-1. When the rings were 1.5 mm worn at 100 min-1, the phase shift was 15 degrees, with at 300 min-1 being 6 degrees. The assessment due to the improved method was 0.95 reliable.

Keywords: engine, cylinder-piston group, diagnosis, rotation frequency, pressure, pressure oscillogram, mode, data.

References

1. Sosnin D.A., Yakovlev V.F. Noveyshie avtomobil'nye elektronnye sistemy. Moscow, 2005.
2. D'yachenko V.G. Teoriya dvigateley vnutrennego sgoraniya. Har'kov, 2009.
3. Draganov B.H. [i dr.]. Konstruirovanie vpusknyh i vypusknyh kanalov dvigateley vnutrennego sgoraniya Kiev, 1987.
4. Glemba K.V., Glemba V.K. Ekologicheskie aspekty i puti sovershenstvovaniya raboty dizel'nogo DVS. Materialy LII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. ''Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu''. Chelyabinsk, Part 6 (2013): 114-121.
5. Chernoivanov V.I. [i dr.] Formirovanie investitsionnogo mekhanizma v sfere tekhnicheskogo servisa v sel'skom hozyaystve. Moscow, 2013.
6. Bakaykin D.D., Gritsenko A.V., Kukov S.S. Laboratornyy praktikum po diagnostirovaniyu i tekhnicheskomu obsluzhivaniyu avtomobiley. Chelyabinsk, 2007.
7. Diagnostirovanie i tekhnicheskoe obsluzhivanie elektronnyh sistem DVS: metodicheskie ukazaniya k provedeniyu laboratornyh rabot. Sost. A.V.Gritsenko [i dr.]. Yuzhno-Ural'sky GAU. Chelyabinsk, 2015.
8. Saraeva I.Yu. Issledovanie zakona raspredeleniya sluchaynoy velichiny kompressii. Avtomobil'nyy transport 29 (2011): 199-206.
9. Sazonov K.A. Diagnostirovanie tsilindro-porshnevoy gruppy dvigateley vnutrennego sgoraniya pnevmaticheskim sposobom pri nizkih rabochih davleniyah: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1997.
10. Ivanov R.V. Diagnostirovanie DVS po parametru moshchnosti mekhanicheskih poter': avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Volgograd, 2010.
11. Ponizovsky A.Yu. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya tsilindroporshnevoy gruppy avtotraktornyh dizeley po raznosti raskhodov vozduha na vpuske i vypuske v puskovom rezhime: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Novosibirsk, 2010.
12. Pichugin A.I. Povyshenie effektivnosti diagnostirovaniya tsilindroporshnevoy gruppy avtomobil'nyh dvigateley putem sovershenstvovaniya metodov i sredstv raspoznavaniya ee sostoyaniy: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Saratov, 2011.

13. Rukovodstvo po ekspluatatsii USB Autoscope III, rukovodstvo po rabote s programmoy USB ostsillograf). Web. 25 May 2016 <http://www.autoscaners.ru /catalogue/files/689/program_usb_oscilloscope.pdf>.

14. Gritsenko A.V. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem pitaniya i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya (eksperimental'naya i proizvodstvennaya realizatsiya na primere DVS avtomobiley): dis. … d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2014.

15. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobil'nyh i traktornyh dvigateley. Moscow, 1980.

16. Nikolaenko A.V. Teoriya, konstruktsiya i raschet avtotraktornyh dvigateley. Moscow, 1992.

17. Dementy L.V., Kuznetsov A.A., Menafova Yu.V. Sbornik zadach po tekhnicheskoy termodinamike i teploperedache. Kramatorsk, 2002.

18. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobil'nyh i traktornyh dvigateley. Moscow, 2008.

19. Kavtaradze R.Z. Lokal'nyy teploobmen v porshnevyh dvigatelyah. Moscow, 2001.

20. Obozov A.A., Tarichko V.I. Matematicheskoe imitatsionnoe modelirovanie rabochego protsessa avtomobil'nogo DVS v tselyah izucheniya diagnosticheskoy informatsii. Dvigatelestroenie 2 (2013): 21-26.

Kukov Stanislav Semenovich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair ''Operation of Machine-Tractor Fleet'', South-Ural State Agrarian University.

E-mail: kukov24@mail.ru.

Gritsenko Alexander Vladimirovich, Dr. Sci. (Engineering), Associate Professor, the Chair ''Operation of Machine-Tractor Fleet'', South-Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Calculation procedures and basic tendencies to approve the technical availability of units in crop production

A. M. Plaksin, V. V. Kachurin, D. B. Vlasov, M. A. Nedovodin

Due to long-term experimental studying of indicators of the use and operational reliability of sowing combined machine-tractor units (CMTUs) in agricultural enterprises of the forest-steppe zone of Chelyabinsk region three alternatives of complete units can be considered, with their technical and economic characteristics being examined. The results of assessing the efficiency of the use and technical availability of units completed with the best domestic and imported machines are given. It is found that the main reasons of the reduced value of the availability factor of combined machine-tractor units involved in sowing cycles are their frequent failures. This is due to their short mean time between failures within 5-15 hours, a large number of working elements, mechanisms and assemblies. However, due to low labor-intensiveness of removing the consequences of failures the availability factor found with the help of the method appropriate for combined machine-tractor units has a relatively high value: within K_G = 0.85-0.95. In fact, the downtime periods of combined sowing units caused their failures ordinarily make up 20-30 % of their operating time per a shift and prolongs field periods. It is caused by lacking exchangeable components necessary to restore machines and the shortage of mobile units to perform these functions at agricultural enterprises. As a result, the downtime period of combined machine-tractor units waiting for necessary components to be delivered ranges on the average from one to three hours or more. The value of the availability factor of combined machine-tractor units we suppose to find not only on the basis of indicators of their reliability and maintainability, but also as depending on the indicators of technical and organizational process necessary for material support of units with machine components to eliminate the consequences of failures. The numerical investigation based on the experimental data of the availability factor correlation of combined machine-tractor units with indicators of reliability, maintainability and technical and organizational process of eliminating the consequences of failures in the field make it possible correctly establish the actual level of operational reliability of units involved in intense field work cycles.

Keywords: combined unit, technological module, availability factor, reliability, maintainability, regularity, methods.

References

1. Plaksin A.M., Gritsenko A.V. Resursy rastenievodstva. Energetika mashinno-traktornyh agregatov: monografiya. Chelyabinsk: FGBOU VO Yuzhno-Ural'sky GAU, 2015.
2. Plaksin A.M. Vzaimosvyaz' resursnogo potentsiala zemledeliya s chelovecheskim kapitalom sela. Vestnik CHGAA 62 (2012): 67-74.
3. Ushachev I.G. Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie APK Rossii: problemy i perspektivy. Moscow, 2015.
4. Kozlov A., Pankov B., Yakovleva O. Kadrovoe obespechenie sel'hozorganizatsiy Rossii v usloviyah perekhoda k innovatsionnoy ekonomike. APK – ekonomika, upravlenie 10 (2015): 37-43.
5. GOST 27.002-89 ''Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya'' (Vosstanovlen prikazom Rosstandarta ot 29.10.2012, № 1843).
6. Solomkin A. P. Formirovanie i obespechenie gotovnosti traktorov (na primere traktorov ''Kirovets''): dis. … d-ra tekhn. nauk. Novosibirsk, 1984.
7. Gulyarenko A.A. Obosnovanie trebovaniy k bezotkaznosti i remontoprigodnosti traktorov pri ispol'zovanii v rastenievodstve Severnogo Kazahstana (na primere traktorov 5–8 tyagovogo klassa): dis. … kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2012.
8. Kachurin V.V. Obosnovanie kolichestva mobil'nyh zven'ev dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti posevnyh kombinirovannyh agregatov: dis. … kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2014.
9. Plaksin A.M., Taranov D.A. Resursoemkost' tekhnologicheskih protsessov poseva zernovyh kul'tur. Vestnik ChGAA 64 (2013): 57-61.
10. Plaksin A.M. Obespechenie rabotosposobnosti mashinno-traktornyh agregatov na predstoyashchie tsikly ispol'zovaniya v rastenievodstve: dis. … d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1996.
11. Plaksin A.M., Kachurin V.V. Obosnovanie kolichestva mobil'nyh zven'ev dlya vosstanovleniya rabotosposobnosti posevnyh kompleksov. Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 11 (2013): 100-106.
12. Shahov V.A., Aristanov M.G., Larionov E.P. Nadezhnost' zarubezhnoy pochvoobrabatyvayushchey tekhniki v usloviyah Orenbergskoy oblasti. Mashinno-tekhnologicheskaya stantsiya 6 (2010): 14-17.
13. Otchety o NIR ''Obosnovanie sostava i planirovanie ispol'zovaniya MTP pri vozdelyvanii zernovyh kul'tur v PZK OAO Ptitsefabrika Chelyabinskaya''. Chelyabinsk: ChGAU, 2005-2007.

Plaksin Aleksey Mikhailovich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, the Chair ''Operation of Machine-Tractor Fleet'', South-Ural State Agrarian University.
E-mail: plaksin-am@mail.ru.

Kachurin Vitaly Vladimirovich, Cand. Sci. (Engineering), Assistant of the Chair "Metal Technology, Engineering and Metrology", South-Ural State Agrarian University.
E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

Vlasov Dmitry Borisovich, post graduate student, Professor, the Chair ''Operation of Machine-Tractor Fleet'', South-Ural State Agrarian University.
E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

Nedovodin Mikhail Alekseyevich, post graduate student, Professor, the Chair ''Operation of Machine-Tractor Fleet'', South-Ural State Agrarian University.
E-mail: mikhail@nedovodin.info.

VETERINARY SCIENCES

Reproductive qualities of cows of different ages in relation with live weight of heifers at first insemination

D. S. Vilver

The paper is concerned with the influence of live weight at the first fruitful insemination on reproductive qualities of heifers and then the cows of the lactation III. The material of the research being the animals

of the black-motley breed, according all the studied parameters the cows of Group I are found to have better reproductive capacity. The cows of Group II are found inferior to the ones of Group I to a small extent, and the animals of Group III had the worst reproductive qualities. Heifers, and cows, despite a longer service period, don't have a higher production. The cows of the first calving with the live weight 375-384 kg at first insemination have the shortest service period at the breeding factory. In comparison with other groups that is 2-7 days shorter and equals 1.7-6.1%. The cows of Group III as compared to other groups have the service period longer on average by 6.1%. The shortest service period in the breeding reproducer is noted in the group I (82 days), shorter by 4 days (4.9%) and 9 days (11.0%), respectively, with the cows of Group III having the longest service period (95 days). In LLC "Demetra" the cows with the live weight 375-384 kg at the first insemination (Group I) have the shortest service period. It is shorter as compared to the animals of Group II by 2-12 days (2.7-14.3%) and Group III by 9-18 days (20,0%). High coefficients of variability of parameters, and the share of influence (30,1-45,6%) allow selecting according to reproductive qualities both within each group of animals and in whole herds in all categories of farms.

Keywords: service period, dry period, calving interval, heifers, mature cows, calf crop.

References

1. Vil'ver D.S. Molochnaya produktivnost' korov cherno-pestroy porody i vzaimosvyaz' hozyaystvenno poleznyh priznakov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 1 (2015): 107-109.

2. Vil'ver D.S. Analiz vosproizvoditel'noy sposobnosti korov raznogo vozrasta v zavisimosti ot vliyaniya paratipicheskih faktorov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2015): 104-107.

3. Mironenko S.I., Kosilov V.I., Nikonova E.A. Myasnye kachestva sverhremontnyh telok krasnoy stepnoy porody i ee pomesey. Strategiya osnovnyh napravleniy nauchnyh razrabotok i ih vnedreniya v zhivotnovodstve, Orenburg (2014): 9-13.

4. Sonck B., Daelemans J., Langenakens J. Preference test for free stall surface material for dairy cows. Presented at the July 18–21 Emerging Technologies for the 21st Century, Paper No. 994011. ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, MI. 2011. Pp. 85-89.

5. Gritsenko S.A., Vil'ver D.S. Harakteristika stada korov cherno-pestroy porody po geneticheskim parametram. Problemy razvitiya APK regiona Vol. 24, 4 (2015): 59-63.

6. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cow. Dairy Updates Reproduction and Genetics 612 (2009): 1-8.

7. Stavetska R.V., Babenko E.I. Формуванпф відтворювальноі здатності корів у високопродуктивних стадах молочноі худоби. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: сільськогосподарські науки Vol. 2, 1 (2014): 199-205.

8. Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Vzaimosvyaz' morfofunktsional'nyh svoystv vymeni i vosproizvoditel'nyh kachestv s molochnoy produktivnost'yu korov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Vol. 3, 23-1 (2009): 60-62.

9. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Vliyanie vozrasta telok pri pervom osemenenii na vosproizvoditel'nye kachestva korov. APK Rossii 73 (2015): 151-155.

10. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model. J. Dairy Sci. 86 (2010): 2984-2989.

11. Seltsov V.I., Sermyagin A.A. Assessment of persistence components of milk from Simmental cows-heifers of different origin. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences Vol. 36, 12 (2014): 3-8.

12. Muratov A.A., Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Effektivnost' otkorma sviney raznyh genotipov. Kormlenie sel'skohozyaystvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo 10 (2010): 33-36.

13. Pelekhaty M., Piddubna L., Kucher D. Племінний підбір у відкритій популяції молочноі худоби. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва 7 (2012): 94-98.

14. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету 2 (2011): 162-164.

15. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Nikonova E.A., Andrienko D.A. Vosproizvoditel'naya funktsiya chistoporodnyh i pomesnyh matok. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Vol. 5, 37-1 (2012): 83-85.

16. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL: http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

17. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 1 (2009): 104-106.

18. Vil'ver D.S. Hozyaystvenno-poleznye priznaki korov cherno-pestroy porody v zavisimosti ot fenotipicheskih faktorov: dis. … kand. s.-h. nauk. Troitsk, UGAVM, 2009.

19. Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D., Karsakbaev A.B., Litovchenko V.G. Rost i razvitie simmental'skih telok raznyh genotipov i ih gerefordskih sverstnits. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 6 (2012): 110-113.

20. Litovchenko V.G., Kadysheva M.D., Tyulebaev S.D., Kayumov F.G. Ekster'erno-konstitutsional'nye pokazateli simmental'skih telok v dinamike. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 6 (2013): 104-106.

Vilver Dmitry Sergeyevich, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Genetics and Breeding of Farm Animals, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dmitriy.vilver@mail.ru.

The efficiency of feed nutrients for cattle when pure-breeding and crossing in the Southern Urals

V. I. Kosilov, D. A. Andrienko, S. I. Mironenko

The problem of increasing meat production, especially beef, its quality and reducing costs has an important economic value. Therefore, the aim of the study was to develop ways of rational use of genetic resources of cattle of different productivity lines for producing of beef by pure-bred breeding and cross-breeding. The scientific and economic experiments being conducted in the farms of Orenburg region, the experimental data obtained indicate high bioconversion of protein and feed energy into the protein and body energy of experimental animals. With advancing age the fat weight in the bodies of young animals increasing to a greater extent as compared to the protein content, the bull-calves have the highest content of protein with minimal fat. A more intensive increase of fatty tissue regardless of genotype is observed in heifers and steers. Group differences according to the protein bioconversion rate and feed energy into the protein and energy of edible parts of the body are caused by biological features of young animals and determined by their genotype, sex and physiological state. Moreover, regardless of the genotype a better ablility to transform feed protein into the protein of meat products show bull-calves, steers and heifers having a better ablility to transform energy. At the age of 18 months the protein bioconversion value of the bull-calves being 8.29-8.68 %, of the steers – 7.89-8.11 %, of the heifers – 7.76-8.00 %, the energy value is 4.87-5.45 %, 6.36-7.17 %, 5.28-5.74 %, respectively. The best ability to transform nutrients and feed energy into meat products show three-bred hybrids. The protein bioconversion rate in young animals of all genotypes with advancing age reduces, and the energy rate increases.

Keywords: dam, steer, bull-calf, pure-bred animal, hybrid, release of nutrients, bioconversion rate.

References

1. Harlamov A.V., Nikonova E.A., Krylov V.N., Kubatbekov T.S. Vliyanie genotipa na vesovoy rost bychkov cherno-pestroy i simmental'skoy porod i ih dvuh-trekhporodnyh pomesey. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 1 (2015): 96-99.

2. Mironenko S.I., Kosilov V.I., Nikonova E.A., Andrienko D.A. Vliyaniya dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya krasnogo stepnogo skota s anglerami, simmentalami i gerefordami na uboynye pokazateli molodnyaka. Vestnik myasnogo skotovodstva 2 (2012): 39-43.

3. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema. 2016. URL: http://www.fedstat.ru/indicator/data.do?id=31533 – 04.03.2016.

4. Gubaydullin N., Tagirov H., Iskhakov R. Produktivnye kachestva chistoporodnyh i pomesnyh bychkov. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. Spetsvypusk po myasnomu skotovodstvu (2011): 25-26.

5. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Andrienko D.A. Pokazateli rosta, razvitiya i etologicheskoy reaktivnosti molodnyaka, poluchennogo putem dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya krasnogo stepnogo skota s anglerami, simmentalami i gerefordami. Vestnik myasnogo skotovodstva 5 (2014): 16-19.

6. Levahin V.I., Amerhanov H.A., Kalashnikov V.V. Povyshenie produktivnogo potentsiala skota kazahskoy belogolovoy porody na osnove optimizatsii geneticheskih i paratipicheskih faktorov. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skohozyaystvennyh nauk 340 (2013): 340.

7. Mironova I.V., Gil'manov D.R. Produktivnye kachestva bychkov i kastratov cherno-pestroy porody i ee pomesey s porodoy salers. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2013): 107-110.

8. Buravov A. Potentsial myasnoy produktivnosti simmental'skogo skota, razvodimogo na Yuzhnom Urale. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 1 (2011): 18-19.

9. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Salihov A.A., Litvinov K.S. Ratsional'noe ispol'zovanie geneticheskih resursov krasnogo stepnogo skota dlya proizvodstva govyadiny pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii, Moscow, 2010.

10. Vil'ver D.S. Vzaimosvyaz' hozyaystvenno-poleznyh priznakov korov razlichnyh genotipov. Dostizheniya nauki i tekhniki APK Vol. 29, 4 (2015): 41-43.

11. Vil'ver M.S. Osobennosti rosta i razvitiya telok cherno-pestroy porody ot korov-materey raznogo vozrasta. Prioritetnye nauchnye napravleniya: ot teorii k praktike (2015): 6-9.

12. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Dinamika zhivoy massy telok raznyh genotipov. Problemy i perspektivy razvitiya nauki v Rossii i mire, Ufa (2015): 69-71.

13. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Myasnye kachestva sverhremontnyh telok krasnoy stepnoy porody i ee pomesey. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 2 (2012): 19-20.

14. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Dinamika prirostov zhivoy massy telok raznyh genotipov. Rezul'taty nauchnyh issledovaniy, Ufa (2015): 71-73.

15. Tyulebaev S.D., Mazurovskiy L.Z., Kadysheva M.D., Litovchenko V.G. Osobennosti rosta simmental'skih bychkov v usloviyah soderzhaniya po tekhnologii myasnogo skotovodstva. Zootekhniya 5 (2013): 19-20.

16. Salihov A.A., Kosilov V.I., Lyndina E.N. Vliyanie razlichnyh faktorov na kachestvo govyadiny v raznyh ekologo-tekhnologicheskih usloviyah, Orenburg (2008): 15-25.

17. Muratov A.M., Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Lineynyy rost podsvinkov raznyh genotipov. Agrarnyy vestnik Urala 1 (2010): 51-52.

18. Kosilov V.I., Zhukov S.A., Yusupov R.S. Produktivnye kachestva molodnyaka bestuzhevskoy porody i ee pomesey s simmentalami: monografiya. Orenburg (2004): 88-96.

19. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows. Dairy Updates Reproduction and Genetics 612 (2009): 1-8.

20. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL: http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

21. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету 2 (2011): 162-164.

22. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model. J. Dairy Sci. 86 (2010): 2984-2989.

23. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету 1 (2009): 104-106.

Kosilov Vladimir Ivanovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, the Department of Chemistry and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Andrienko Dmitry Alexandrovich, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, the Department of Production Organization and Modeling of Economic Systems, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: demos84@mail.ru.

Mironenko Sergey Ivanovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, the Department of Chemistry and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: demos84@mail.ru.

Genotypic features of the dynamics of body linear measurements and the exterior formation characteristics of young animals of dairy, meat and combined directions of productivity

V. I. Kosilov, A. A. Salikhov, T. S. Kubatbekov, V. M. Gabidulin

The article presents the results of a comparative assessment of changes in body linear measurements and the characteristics of the exterior formation of bull-calves, steers and heifers of the Black-and-White, Simmental and Kazakh white-headed and Aberdeen-Angus breeds. It is found that the greater the age, the more the difference between interbreed and intrabreed age-sex groups not only according to the value of individual measurements, but also of exterior features in whole. Newborn calves of the Aberdeen-Angus breed are inferior to the ones of the Kazakh white-headed breed in height measurements by 6.2-7.8 cm (9.6-10.6%), diagonal body length by 1.2-3.7 cm (2.0-6.1%), chest depth by 0.5-0.6 cm (1.8-2.2%), latitudinal measurements by 0.4-2.2 cm (2.8-15.1%), and the ones of the Black-and-White and Simmental breeds by 8.6-13.3 cm (11.6-19.3%), 7.4-8.4 cm (12.2-14.3%), 1.6-2.1 cm (5.9-7.7%) and 0.1-2.3 cm (0.7-12.6%), respectively. However, the Kazakh white-headed calves though inferior to the ones of the Black-and-White and Simmental breeds according to their height measurements by 0.9-6.0 cm (1.1-8.4%), diagonal body length by 3.7-7.2 cm (6.1-12%), chest depth by 0.5-1.6 cm, are significantly superior to the others in their latitudinal measurements by 0.7-1.8 cm (4.5-12.0%). It is revealed that by the end of breeding the legs of the animals of the Black-and-White breed have the highest length index, the Simmental calves have a higher than the Black-and-White ones indexes of blockiness and solidness. Genotype, gender and physiological state of the animals influenced the formation and manifestation of their body-build features. The animals of all groups, regardless of their breed, grow and evolve according to the laws of individual development of animals in the ontogenesis. Young animals of different sex and physiological state of dairy, meat and combined directions of productivity have differentl body types, exterior profile, early maturation and external features that should taken into account when developing programmes of breeding and plans for commercial animal breeding.

Keywords: breed, sex, age, exterior, body type, measurements, index.

References

1. Litovchenko V.G., Tyulebaev S.D., Kadysheva M.D. Dinamika zhivoy massy i vozrast matok raznyh genotipov v period stanovleniya i realizatsii reproduktivnoy funktsii skota. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 6 (2012): 96-98.

2. Vil'ver D.S. Vzaimosvyaz' hozyaystvenno-poleznyh priznakov korov razlichnyh genotipov. Dostizheniya nauki i tekhniki APK Vol. 29, 4 (2015): 41-43.

3. Litovchenko V.G. Kharakteristika morfologicheskogo sostava tushi i ee estestvenno-anatomicheskih chastey po morfologicheskomu sostavu u telok raznyh genotipov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2013): 119-121.

4. Kosilov V.I., Mazurovskiy L.Z., Salihov A.A. Effektivnost' dvuh-trekhporodnogo skreshchivaniya skota na Yuzhnom Urale. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 7 (1997): 14-17.

5. Kosilov V., Mironenko S., Nikonova E. Kachestvo myasnoy produktsii kastratov krasnoy stepnoy porody i ee pomesey. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 1 (2012): 26-27.

6. Kosilov V.I., Zhukov S.A., Yusupov R.S. Produktivnye kachestva molodnyaka bestuzhevskoy porody i ee pomesey s simmentalami. Orenburg, 2004.

7. Muratov A.M., Gorelik O.V., Vil'ver D.S. Lineynyy rost podsvinkov raznyh genotipov. Agrarnyy vestnik Urala 1 (2010): 51-52.

8. Buravov A., Salihov A., Kosilov V., Nikonova E. Potentsial myasnoy produktivnosti simmental'skogo skota, razvodimogo na Yuzhnom Urale. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 1 (2011): 18-19.

9. Gritsenko S.A., Vil'ver D.S. Kharakteristika stada korov cherno-pestroy porody po geneticheskim parametram. Problemy razvitiya APK regiona Vol. 24, 4(2015): 59-63.

10. Shevhuzhev A., Saitova F. Effektivnost' razlichnyh tekhnologiy vyrashchivaniya i otkorma bychkov. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 5 (2006): 11.

11. Shevhuzhev A., Panasenko V. Rezervy sozdaniya stad myasnogo skota. Zootekhniya 7 (1995): 23.

12. Salihov A.A., Kosilov V.I., Lyndina E.N. Vliyanie razlichnyh faktorov na kachestvo govyadiny v raznyh ekologo-tekhnologicheskih usloviyah. Orenburg, 2008.

13. Buravov A., Salihov A., Kosilov V., Nikonova E. Potentsial myasnoy produktivnosti simmental'skogo skota, razvodimogo na Yuzhnom Urale. Molochnoe i myasnoe skotovodstvo 1 (2011): 18-19.

14. Tagirov H.H., Iskhakov R.S., Gubaydullin N.M. Myasnaya produktivnost' bychkov cherno-pestroy porody i ee pomesey s aberdin-angusami i limuzinami. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 3 (2013): 72-74.

15. Daniel Z. Caraviello Length of Productive Life of High Producing Cows. Dairy Updates Reproduction and Genetics 612 (2009): 1-8.

16. Hansen L.B., Cole J.B., Marx G.D. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. URL: http://www.funjackals.com/publications/6wcgalp_25035.pdf. 2013.

17. Havturina A. Especially feeding high productive cows of Holstein under syndrome of fatty liver. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету 2 (2011): 162-164.

18. Caraviello D.Z., Weigel K.A., Gianola D. Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Jersey cattle using Weibull proportional hazards model. J. Dairy Sci. 86 (2010): 2984-2989.

19. Milostiviy R., Vysokos M. Resistants and productive qualities of the imported Holstein cattle of different origin. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету 1 (2009): 104-106.

20. Dzhulamanov K.M., Baktygaleeva A.T., Urynbaeva G.N. Uboynye kachestva molodnyaka shagatayskogo tipa kazahskoy belogolovoy porody i ego pomesey s ural'skim gerefordom. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 6 (2015): 130-133.

21. Dubovskova M.P., Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Hristenko S.A. Selektsiya korov i formirovanie semeystv plemennogo stada gerefordov v Stavropol'e. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 5 (2015): 132-135.

22. Mironova I.V. Osobennosti perevarimosti osnovnyh pitatel'nyh veshchestv ratsionov pri otkarmlivanii bychkam bestuzhevskoy porody raznyh doz alyumosilikata glaukonita. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2008): 59-61.

23. Kosilov V.I., Mironenko S.I., Salihov A.A., Litvinov K.S. Ratsional'noe ispol'zovanie geneticheskih resursov krasnogo stepnogo skota dlya proizvodstva govyadiny pri chistoporodnom razvedenii i skreshchivanii. Moscow, 2010.

24. Salihov A.A., Kosilov V.I. Produktivnye kachestva molodnyaka cherno-pestroy porody. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Vol. 1, 17-1 (2008): 64-65.

25. Litovchenko V.G. Gematologicheskie pokazateli simmental'skih bychkov raznyh genotipov v usloviyah Yuzhnogo Urala. Agrarnyy vestnik Urala 2 (2013): 18-21.

26. Tyulebaev S.D., Mazurovskiy L.Z., Kadysheva M.D., Litovchenko V.G. Osobennosti rosta simmental'skih bychkov v usloviyah soderzhaniya po tekhnologii myasnogo skotovodstva. Zootekhniya 5 (2013): 19-20.

Kosilov Vladimir Ivanovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, the Department of Chemistry and Biotechnology, Orenburg State Agrarian University.

E-mail: Kosilov_vi@bk.ru.

Salikhov Azat Asgatovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Plekhanov Russian University of Economics, Orenburg branch.

E-mail: 04051957saa@mail.ru.

Kubatbekov Tursumbay Satymbaevich, Dr. Sci. (Veterinary Sciences), Professor, the Department of Morphology of Animals and Veterinary Sanitary Inspection, the People's Friendship University of Russia.

E-mail: Tursumbai61@list.ru.

Gabidulin Vyacheslav Mikhailovich, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding.

E-mail: gabidulin.v.@yndex.ru.

Use of the drugs «Endometromag-Bio®» and «Biometrosanit®» for treatment of acute postpartum endometritis

N. Y. Lyashenko, V. S. Avdeenko, A. V. Molchanov, T. N. Rodionova

Field experiments and studies were conducted in the instructional farm of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy «Mummovskoe» in Atkarsk district of Saratov region. Sterile uterine discharges were microbiologically examined with N.N.Mikhailov's method with subsequent determination of their microflora composition with inoculations of MPA, MPB, blood agar, MPA with 1% glucose solution, Endo medium, Code medium, Saburo medium, etc. Isolated microorganisms were identified according to their morphological, cultural, tinctorial and biochemical properties with the help of common techniques. The species of bacteria were established with «Bergey's Manual of Determinative Bacteriology" (1980), with the species of mushrooms being defined according to N.A.Spesivtseva's method (1964). Pathogenic microorganisms were studied at intraperitoneal infection of white mice with one-billionth suspention of washed off the agar culture in a daily dose of 0.2-0.5 ml (200-500 million microbial cells). The microorganisms' sensitivity to antimicrobial agents was determined by paper discs in accordance with "Guidelines for determining the sensitivity of microorganisms to antibiotics into the agar diffusion method using discs" (1983) and by holes in MPA. The therapeutic efficiency of "Endometromag-Bio®" and "Biometrosanit®" was examined with pairs of cow-analogs of Simmental and Black-and-White breeds. It was found that associations of bacteria cultures can cause inflammations in animals' parturation-genital apparatus in 25-50% of cases, with bacteria and fungi being the reason of inflammations in 45-80% of cases. Thus, the comparative therapeutic efficiency of new antibiotic-free antibacterial drugs "Endometromag-Bio®" and "Biometrosanit®" was studied, with their possible application to treat acute postpartum endometritis being found. The therapeutic efficiency of "Endometromag-Bio®" and "Biometrosanit®" endometritis was found to be 94.72%, with the similar drugs being 89.88% and 83.5%. At the same time the infertility period significantly reduced, the insemination index decreased, the pregnancy rate of the first insemination increased from 54.72, 52.98, 53.5 to 48.4 according to the used drugs "Endometromag-Bio®", "Biometrosanit®" and traditional antibiotic drugs. The use of "Biometrosanit®" for treatment of endometritis did not lead to culling milk due to antibiotics.

Keywords: endometritis, bacterial and mycotic etiology, postpartum period, antibiotic, «Endometromag-Bio®», «Biometrosanit®».

References

1. Feldmann M., Tenhagen genannt Emming S, Hoedemaker M. Treatment of chronic bovine endometritis and factors for treatment success. DTW. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift 112 (2005): 10-16.

2. Isheldon I. M., Gregory S. Lewis, Stephen LeBlanc, Robert O. Gilbert Defining postpartum uterine disease in cattle. Theriogenology Vol. 65, 8 (2006): 1516-1530.

3. Litovchenko V.G. Istoriya i napravleniya razvitiya myasnogo skotovodstva v Chelyabinskoy oblasti. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 6 (2014): 94-96.

4. Dohmen M.J.W., J.A.C.M. Lohuis, Gy. Huszenicza, P. Nagy, M. Gacs The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis. Theriogenology Vol. 43, 8 (1995): 1379-1388.

5. Vil'ver D.S., Vil'ver A.S. Vliyanie vozrasta telok pri pervom osemenenii na vosproizvoditel'nye kachestva korov. APK Rossii 73 (2015): 151-155.

6. Avdeenko V.S., Zhazhgaliev R.G., Agrinskaya E.P. Primenenie preparatov firmy "Mosagrogen" dlya terapii i profilaktiki endrometritov u korov. Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I.Vavilova 8 (2011): 9-11.

7. Avdeenko V.S., Agrinskaya E.P., Zhizhgaliev R.G. Bakterial'no-mikoznyy faktor v razvitii ostrogo poslerodovogo endometrita u korov. Veterinarnaya meditsina: mater. mezhd. nauch.-prakt. Simpoziuma, Saratov (2011): 112-114.

8. Degtyareva S.S. Ostryy poslerodovoy endometrit bakterial'no-mikoznoy etiologii u korov i ego farmakoterapiya: avtoref. dis. … kand. vet. nauk. Krasnodar, 2008.

9. Vil'ver D.S. Vliyanie paratipicheskih faktorov na biohimicheskiy i morfologicheskiy sostav krovi korov cherno-pestroy porody. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 3 (2015): 137-139.

10. Litovchenko V.G. Gematologicheskie pokazateli simmental'skih bychkov raznyh genotipov v usloviyah Yuzhnogo Urala. Agrarnyy vestnik Urala 2 (2013): 18-21.

11. Novikova E.N. Farmako-profilaktika ostryh poslerodovyh endometritov u korov: avtoref. dis. … kand. vet. nauk. Krasnodar, 2013.

12. Bademkiran S., Kurt D., B. Yokus and R. Celik Comparison of Pelargonium sidoides, Placebo and Antibiotic Treatment of Chronic Endometritis in Dairy Cows: A Field Trial. Journal of Animal and Veterinary Advances Vol.8, 4 (2009): 788-793.

13. Drillich M., Damaris Raab, Miriam Wittke, Wolfgang Heuwiese Treatment of chronic endometritis in dairy cows with an intrauterine application of enzymes: A field trial. Theriogenology Vol. 63, 7 (2005): 1811-1823.

14. Zav'yalov O.A. [i dr.] Morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi bychkov, poluchennyh v raznye sezony goda. Vestnik myasnogo skotovodstva 2 (2014): 68-72.

15. Potter T.J., Javier Guitian, John Fishwick, Patrick J. Gordon, I. Martin Sheldon Risk factors for clinical endometritis in postpartum dairy cattle. Theriogenology Vol. 74, 1 (2010): 127-134.

16. Avdeenko V.S., Lyashenko S.N., Sovetkin S.V. Sovershenstvovanie sposobov lecheniya poslerodovyh endometritov u korov. Zhurnal Veterinarnyy vrach 4 (2009): 50-52.

17. Avdeenko V.S., Ryhlov A.S., Lyashenko N.Yu. Terapiya endometrita u korov posle otela antibakterial'nymi preparatami bez primeneniya antibiotikov. Problemy i puti razvitiya veterinarii vysokotekhnologichnogo zhivotnovodstva: mater. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 45-letiyu GNU VNIVIPFiT Rossel'hozakademii. Voronezh (2015): 19-22.

18. Surinder S. Chauhan, Pietro Celi, Eric N. Ponnampalam, Brian J. Leury, Fan Liu and Frank R. Dunshea. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium. Animal Production Science 54 (2014): 1525-1536.

19. Vil'ver D.S. Analiz vosproizvoditel'noy sposobnosti korov raznogo vozrasta v zavisimosti ot vliyaniya paratipicheskih faktorov. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 4 (2015): 104-107.

Lyashenko Nadezhda Yuryevna, postgraduate student, the Chair «Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise», Saratov State Agrarian University.
E-mail: avdeenko8686@mail.ru.

Avdeenko Vladimir Semenovich, Dr. Sci. (Veterinary Sciences), Professor of the Chair «Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise», Saratov State Agrarian University.
E-mail: avdeenko8686@mail.ru.

Molchanov Aleksey Vyacheslavovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Head of the Chair «Technology of Production and Processing of Animal Products», Saratov State Agrarian University.
E-mail: molchanov_av@mail.ru.

Rodionova Tamara Nikolayevna, Dr. Sci. (Biology), Professor of the Chair «Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise», Saratov State Agrarian University.
E-mail: molchanov_av@mail.ru.

AGRONOMICAL SCIENCES

Glauconite effectiveness for potatoes

A. A. Vasiliev, **N. V. Glaz**, **A. K. Gorbunov**

Glauconites are well known to be a significant reserve of local natural fertilizers that have ion exchange, buffering and sorption properties. The aim of research was to study the effect of different

agricultural practices on the effectiveness of glauconite for potatoes in the forest-steppe zone of the Southern Urals. The field studies have shown that the effectiveness of local application of pre-glauconite concentrate in a dose of 2 t/ha is largely associated with the choice of varieties, the level of mineral nutrition and density of the planting of potatoes. This technique provides a significant increase in the yield of an early variety Rosar (the increase in yield is 3.28 t/ha or 11.2% of control), but does not affect the level of mid-grade productivity boxfish (-0.30 t/ha). The effectiveness of glauconite for potatoes is increasing as the level of power density and landings. The highest yield increase was observed for the variety Rosar due to a thickened planting scheme (75x19 cm) with fertilizer application based on the planned harvest of 40 t/ha – 5.13 t/ha which was by 25.8% more in comparison with sparse planting (75x27 cm) and natural fertility (without fertilizers). The variety Kuzovok had the greatest responsiveness to glauconite in late thickened landing on the NPK background aimed at the yield of 40 t/ha with tubers planting at the depth of 10-12 cm – 6.55 t/ha. The effect of glauconite for the early variety Rosar was increased during the first period of planting (15 May), where the increase in yield (3.82 t/ha) was 1.4 times higher as compared with late planting (2.74 t/ha). For the mid-season variety Kuzovok the glauconite ensured its yield increase only at late planting dates (1.37 t/ha). Planting the seed tubers of the variety Rosar at the depth of 10-12 cm varieties increased the yield due to the glauconite 1.2 times at the first period of planting (from 3.48 to 4.17 t/ha) and 1.4 times at the second period (from 2.25 to 3.23 t/ha) as compared to shallow planting (5-6 cm). As for the variety Kuzovok its yeild increased from 1.36 up to 4.61 t/ha at late thickened planting.

Keywords: potato, variety, glauconite, productivity, mineral nuitrition, planting density, planting dates.

References

1. Distanov U.G., Konyuhova T.P. Prirodnye sorbenty i ohrana okruzhayushchey sredy. Himizatsiya sel'skogo hozyaystva 9 (1990): 34-39.

2. Krivopust Ya.L. [i dr.] Agrohimicheskaya otsenka glaukonitovyh peskov. Himizatsiya sel'skogo hozyaystva 8 (1991): 21-25.

3. Grigor'eva E.A. Sorbtsionnye svoystva glaukonita Karinskogo mestorozhdeniya: avtoref. dis. … kand. him. nauk. Chelyabinsk, 2004.

4. Silkov S.I. Vliyanie priemov meliorirovaniya i sposobov obrabotki pochvy na povyshenie plodorodiya i snizhenie negativnogo vliyaniya tyazhelyh metallov na rasteniya: avtoref. dis. … kand. s.-h. nauk. Kurgan, 2004.

5. Vasil'ev A.A. Glaukonit – effektivnoe prirodnoe mineral'noe udobrenie kartofelya. Agrarnyy vestnik Urala 6 (2009): 35-37.

6. Dobrovol'skiy I.P., Ivin I.S., Sheremet N.T., Shurupov V.V. Primenenie glaukonita i othodov proizvodstva dlya povysheniya plodorodiya zemel'. Glaukonit – kaliynoe udobrenie i mineral, prigodnyy dlya reabilitatsii zagryaznennyh radionuklidami zemel': sb. nauch.-pr. Konferentsii, Chelyabinsk (2003): 35-40.

7. Sinyavskiy V.A., Sinyavskiy I.V. Fiziko-himicheskaya i agrohimicheskaya otsenka glaukonita kak udobreniya i melioranta zagryaznennyh zemel'. Glaukonit – kaliynoe udobrenie i mineral, prigodnyy dlya reabilitatsii zagryaznennyh radionuklidami zemel': sb. dokl. nauch.-pr. Konferentsii, Chelyabinsk (2003): 32-34.

8. Sinyavskiy I.V. Agrohimicheskie i ekologicheskie aspekty plodorodiya chernozemov lesostepnogo Zaural'ya. Chelyabinsk, 2001.

9. Vasil'ev A.A., Ufimtseva L.V., Glaz N.V. Effektivnost' foliarnogo primeneniya modifitsirovannoy vytyazhki glaukonita na kul'ture kartofelya. Selektsiya, semenovodstvo i tekhnologiya plodovo-yagodnyh kul'tur i kartofelya: sb. nauch. Trudov. Chelyabinsk 17 (2015): 245-252.

10. Vasil'ev A.A. Vliyanie glaukonita na postuplenie azota, fosfora i kaliya v rasteniya kartofelya. Agrohimiya 8 (2014): 40-49.

11. Vasil'ev A.A. Effektivnost' primeneniya glaukonitovogo kontsentrata pri vyrashchivanii kartofelya na Yuzhnom Urale. Dostizheniya nauki i tekhniki APK 3 (2014): 39-41.

12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. Moscow, 1985.

13. Usovershenstvovat' tekhnologii proizvodstva vysokokachestvennogo posadochnogo materiala plodovo-yagodnyh kul'tur na osnove primeneniya novyh podvoev, regulyatorov rosta, optimizatsii

vodnogo rezhima i mineral'nogo pitaniya rasteniy: otchet o NIR (promezhutoch.): 0770-2014-0006 / FGBNU YUUNIISK; ruk. N.V.Glaz; ispoln. L.V.Ufimtseva [i dr.]. Chelyabinsk, 2015. 75 p. № GR 114121670047.

Vasilyev Alexander Anatolyevich, Cand. Sci. (Agriculture), South-Ural Research Institute of Fruit, Vegetable and Potato Growing.
E-mail: Vasiliev@chel-potatoes.ru.

Glaz Nikolay Vladimirovich, Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Horticulture Department, South-Ural Research Institute of Fruit, Vegetable and Potato Growing.
E-mail: gardener@chel-potatoes.ru.

Gorbunov Anatoly Konstantinovich, Head of the Laboratory of Elite Seed Potatoes, South-Ural Research Institute of Fruit, Vegetable and Potato Growing.
E-mail: nauka@chel-potatoes.ru.

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Activities for operational safety of pasta production

D. R. Aptrakhimov, M. R. Mardar, F. H. Smolnikova, E. S. Vaiskrobova

Production of pasta is one of the most popular sectors of the food industry which is increasing its production, introducing new promising areas in the field of «innovation». Observance of technology, meeting the requirements of preventive and corrective actions allows to produce pasta in accordance with the relevant requirements of the technical regulation. The article presents a methodology for assessing the safety of pasta production, based on HASSP principles. With the introduction in the production of pasta a new composite structure is necessary to develop a set of measures to ensure food safety. On the basis of our research we were offered pasta products based on wheat, buckwheat flour and Llano. The developed formulation according to the latest requirements of Nutrition. A modified technology of the new pasta. In the analysis of the production technology of pasta composition of the proposed new control critical points: The input control; Storage; Kneading, pressing; The drying process; Packing. At each checkpoint presented hazards and preventive actions. As a result, the development and implementation of preventive actions guaranteed the safety of pasta. The risk of danger is greatly reduced.

Keywords: risk analysis, pasta, hazard, preventive actions.

References

1. Aptrahimov D.R., Rebezov M.B. Obzor rynka makaronnyh izdeliy. Sovremennoe biznes-prostranstvo: aktual'nye problemy i perspektivy 2 (2014): 116-118.
2. Aptrahimov D.R., Rebezov M.B., Smol'nikova F.H. Sovershenstvovanie tekhnologii makaronnyh izdeliy s dobavleniem rastitel'nogo syr'ya (patentnyy poisk). Molodoy uchenyy 13 (2015): 90-92.
3. Akimenko E.A. Vnedrenie sistemy upravleniya bezopasnost'yu pishchevoy produktsii. Standarty i kachestvo 2 (2008): 90-92.
4. Arshakuni V.L. Ot sistemy HASSP – k sisteme menedzhmenta bezopasnosti pishchevoy produktsii po ISO 22000. Standarty i kachestvo 2 (2008): 88-89.
5. Babiychuk O.L., Vytovtova N.Yu., Kapitonova V.O. Sovershenstvovanie sistemy kontrolya na osnove analiza riskov i kriticheskih kontrol'nyh tochek. Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta, Tekhnika i tekhnologii 1 (2013): 120-126.
6. Tolstova E.G. Sistema HASSP kak metodologicheskaya osnova obespecheniya bezopasnosti produktov pitaniya. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 1 (2014): 130-133.
7. Drankova N.A., Sopin V.F. HASSP v sovremennoy situatsii, posle vstupleniya Rossii v Tamozhennyy soyuz i VTO. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta Vol. 16, 6 (2013): 233-236.

8. Koryachkina S.Ya., Osipova G.A. Makaronnye izdeliya: sposoby povysheniya kachestva i pishchevoy tsennosti. Orel, 2006.

9. Petruhin S. [i dr.] Razrabotka makaronnyh izdeliy lechebno-profilakticheskogo naznacheniya. Hleboprodukty 2 (2000): 24-26.

10. Rebezov M.B. [i dr.] Integrirovannye sistemy menedzhmenta kachestva na predpriyatiyah pishchevoy promyshlennosti. Magnitogorsk, 2009.

11. Al-Kandari D., Jukes D.J. Incorporating HACCP into national food control systems – analyzing progress in the united arab emirates. Food Control Vol. 22, 6 (2011): 851-861.

12. Bob Mitchell. How to HACCP. British Food Journal Vol. 94, 1 (1992).

13. Norton Ch. HACCP – developing and verifying a flow diagram for food production. Food Management 5 (2003): 80-81.

14. Norton Ch. Some other common hazards: HACCP step-by-step--part VII. Food Management Vol. 37, 10 (2002): 70.

Aptrakhimov Denis Rafailovitch, post graduate student, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: Aptrahimov_Denis@mail.ru.

Mardar Marina Romikovna, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Odessa National Academy of Food Technologies.
E-mail: marina_mardar@mail.ru.

Smolnikova Farida Harisovna, Cand. Sci. (Engineering), ag Associate Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

Vaiskrobova Evgeniya Sergeevna, Cand. Sci. (Engineering), ag Associate Professor, Nosov Magnitogorsk State Techical University.

Meat safety assessment based on the express method

V. I. Bogan, A. M. Chuprakova, N. N. Maksimyuk

The article presents the research results of comparative characteristics of existing Express methods for the determination of contaminants, toxic elements such as lead, cadmium, copper, and nitrate/nitrite ions, in assessing the quality of meat products. Also offered us a modified potentiometric method for the determination of ions of toxic elements outside the lower boundary of the sensitivity of the electrodes is declared by the manufacturer, using standard solutions of determined ions, standard solutions of defined ions against each other, as well as on the background of interfering ions. Describes the characteristics and selection the research on potentiometric method of standard additions. Given the metrological characteristics of the methods, the comparative evaluation of methods: error definition, and standard deviation. The extension of the methods of analysis, new methods in analytical chemistry alters the structure of the applied physico-chemical methods and scaling up carried out by the laboratories of the research. The purpose of the introduction of new rapid methods for the determination of toxic substances, ensure accuracy of the contents of the designated substances in the object of investigation and evaluation of indicators of safety of meat products. In the study, the best metrological characteristics for the determination of nitrate ions the potentiometric method has two supplements, which allows for rapid analysis with high accuracy. The nitrate-tester SOEKS and indicator test system «Nitrate test» shows large deviations from a given, due to low selectivity for the nitrate-tester and «coarse» scales of reference for the test system. For the determination of heavy metal ions best metrological characteristics have a methods of absorption spectroscopy and Stripping voltammetry. With potentiometric methods of analysis also have sufficient accuracy and good metrological characteristics. However, the data obtained is valid only for solutions with a simple background composition and for methods of potentiometric determination of nitrate ions, due to the high content.

Keywords: physico-chemical methods, laboratory methods, analytical chemistry, quality control, production of meat products.

References

1. Bogan V.I., Gaysina A.R. Sposob potentsiometricheskogo opredeleniya toksichnyh veshchestv v pishchevoy produktsii. Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal 10-2 (2013): 13-14.

2. Belokamenskaya A.M., Rebezov M.B., Rebezov Ya.M., Zinina O.V. Primenenie fiziko-himicheskih metodov issledovaniya v laboratoriyah Chelyabinskoy oblasti. Molodoy uchenyy 4 (2013): 48-53.

3. Rebezov M.B. [i dr.]. Otsenka metodov issledovaniya ksenobiotikov. Ural'sk, 2015.

4. Belokamenskaya A.M. [i dr.] Issledovanie pishchevyh produktov i prodovol'stvennogo syr'ya na soderzhanie rtuti atomno-absorbtsionnym metodom. Molodoy uchenyy 10 (2013): 98-101.

5. Bogan V.I., Rebezov M.B. Sovershenstvovanie potentsiometricheskogo metoda opredeleniya toksichnyh elementov na primere opredeleniya svintsa, kadmiya i medi. Vestnik YUUrGAU, Pishchevye i biotekhnologii Vol. 2, 3 (2014): 53-60.

6. Bogan V.I., Gaysina A.R. Sposob potentsiometricheskogo kontrolya kachestva prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevoy produktsii. Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire 10-11 (2013): 169-174.

7. Bogan V.I., Rebezov M.B., Gaysina A.R. Sovershenstvovanie metodov kontrolya kachestva prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevoy produktsii. Molodoy uchenyy 10 (2013): 101-104.

8. Golovanov V.I., Bogan V.I. Obrabotka rezul'tatov potentsiometricheskih izmereniy pri ispol'zovanii metoda dvoynyh standartnyh dobavok. Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov Vol. 78, 12 (2012): 25-28.

9. Pat. № 2413211 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G01N27/42. Sposob potentsiometricheskogo opredeleniya veshchestva. V. I. Golovanov, V. I. Bogan ; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO ''Yuzhno-Ural'skiy gosudarstvennyy universitet". № 2009147066/28; zayavl. 17.12.2009; opubl. 27.02.2011, Byul. № 6.

10. Rebezov M.B., Zykova I.V., Belokamenskaya A.M., Rebezov Ya.M. Kontrol' kachestva rezul'tata analiza pri realizatsii metodik fotoelektricheskoy fotometrii i inversionnoy vol'tamperometrii v issledovanii prob pishchevyh produktov na soderzhanie mysh'yaka. Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Yaroslava Mudrogo 71, Vol. 2 (2013): 43-48.

11. Rebezov M.B. [i dr.] Kontrol' kachestva rezul'tatov issledovaniy prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevyh produktov na soderzhanie svintsa. Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya 1, Vol. 2 (2012): 157-162.

12. Hoorfar J. Rapid detection, characterization, and enumeration of foodborne pathogens. APMIS. 2011. T. 119. № SUPPL. 113. Pp. 1-24.

13. Hu Zh., Liu L. Quality assurance for the analytical data of micro elements in food. Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement. 2002. T. 7. № 3. Pp. 106-110.

14. Jamali M. K., Kazi T. G., Arain M. B., Afridi H. I., Kandhro G. A., Shah A. Q., Baig J. A., Jalbani N. Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (triticum aestivum l.) grown in soil amended with domestic sewage sludge. Journal of Hazardous Materials. 2009. T. 164. № 2-3. Pp. 1386-1391.

15. Mansour S. A. Monitoring and health risk assessment of heavy metal contamination in food. Practical Food Safety: Contemporary Issues and Future Directions, 2014. Pp. 235-255.

16. Ping J.F., Wu J., Ying Y.B. Determination of trace heavy metals in milk using an ionic liquid and bismuth oxide nanoparticles modified carbon paste electrode. Chinese Science Bulletin. 2012. T. 57. № 15. Pp. 1781-1787.

17. Pozzi C.M.C., Braga C.P., Vieira J.C.S., Cavecci B., Queiroz J.V., Padilha P.D.M., Barbosa H., Arruda M.A.Z., Gozzo F.C. Metal ions bound to the human milk immunoglobulin a: metalloproteomic approach. Food Chemistry. 2015. T. 166. Pp. 492-497.

18. Wysocka I., de la Calle Guntiñas M.B., Quétel C., Vassileva E., Robouch P., Emteborg H., Taylor P. Proficiency test for heavy metals in feed and food in Europe TrAC – Trends in Analytical Chemistry. 2009. T. 28. № 4. Pp. 454-465.

Bogan Vladimir Ivanovich, senior teacher, post graduate student, South Ural State University.
E-mail: boganvi@susu.ru.

Chuprakova Anna Mihajlovna, post graduate student, South Ural State University.
E-mail: pbio@ya.ru.

Maksimyuk Nikolay Nestorovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University.
E-mail: nmaksimyuk@yandex.ru.

Effect of technological factors on meat-bone paste quality

A. K. Kakimov, Zh. S. Yessimbekov, B. B. Kabulov, N. K. Ibragimov, A. K. Suychinov

In this paper deals with the manufacturing process of meat-bone paste. The grinding process of meat bone is divided into several stages with using experimental grinder (the diameter of cutting screen of 8 mm, 5 mm and 3 mm) and ultrafine grinder "Supermasscolloider" with clearance between the rotary and stationary grinders of 0.25 mm, 0.1 mm and 0.02 mm. During the grinding process the effect of clearance and the quantity of added water on temperature, water-binding capacity and chemical composition of meat-bone paste were studied. The results of findings showed that depending on the diameter of cutting screen of grinder the temperature of meat-bone forcemeat was increase from 16˚C (at 8 mm of cutting screen diameter) to 26˚C (at 3 mm of cutting screen diameter). After grinding on "Supermasscolloider" the temperature of meat bone paste depending on the quantity of added water was changed from 34˚C to 17˚C at clearance between rotary grinders 0.25 mm and 0.1 mm; and from 37˚C to 19˚C at clearance between rotary grinders 0.02 mm. Adding 150 % of water to meat bone paste, comparing with meat bone paste without adding water, leads to increasing of water-binding capacity and changing the content of protein (decreasing to 61 % at clearance 0.25 mm; 63 % - at 0.1 mm and 0.02 mm clearance), ash decreasing to 65 % at 0.25 mm clearance; 64 % and 63 % at 0.1 mm and 0.02 mm, respectively. There was a tendency of fat decreasing on average by 19 % against to meat bone paste without adding water.

Keywords: meat-bone paste, ultrafine grinder, water-binding capacity, chemical composition

References

1. Zinina O.V., Rebezov M.B., Solov'eva A.A. Biotekhnologicheskaya obrabotka myasnogo syr'ya. Velikiy Novgorod, 2013.
2. Zinina O.V., Rebezov M.B., Asenova B.K. Innovatsionnye tekhnologii pererabotki syr'ya zhivotnogo proiskhozhdeniya. Almaty, 2015.
3. Burtseva T.I., Rebezov M.B., Asenova B.K., Stadnikova S.V. Razvitie tekhnologiy funktsional'nyh i spetsializirovannyh produktov pitaniya zhivotnogo proiskhozhdeniya. Almaty, 2015.
4. Okuskhanova E.K., Asenova B.K., Rebezov M.B. Funktsional'nye myasnye produkty: sovremennye tendentsii proizvodstva: analiticheskiy obzor. Semey, 2015.
5. Jayathilakan K., Khudsia S., Radhakrishna K., Bawa A.S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. J Food Sci Technol, (May-June 2012). № 49(3). Pp. 278-293.
6. Kakimov A.K., Esimbekov Zh.S., Kabulov B.B. Mineral'nyy sostav rebernyh kostey uboynyh zhivotnyh. Razvitie biotekhnologicheskih i postgenomnyh tekhnologiy dlya otsenki kachestva sel'skohozyaystvennogo syr'ya i sozdaniya produktov zdorovogo pitaniya: mater. 18-y mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. pamyati V.M.Gorbatova. Moscow (2015): 217-220.
7. Liberman S.G. Proizvodstvo suhih zhivotnyh kormov i tekhnicheskih zhirov. Moscow, 1976.
8. Kakimov A., Yessimbekov Z., Kabulov B. and et. Studying chemical composition and yield stress of micronized grinded cattle bone paste. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 7 (2016): 805-812.
9. Ilyuhin V.V. [i dr.] Odnostadiynoe izmel'chenie myasnogo i kostnogo syr'ya. Myasnaya industriya 6 (2006): 40-42.
10. Tambovtsev A.I. Razrabotka protsessa izmel'cheniya osevym rezhushchim instrumentom kostnogo syr'ya pri temperaturah, blizkih k krioskopicheskoy: dis. … kand. tekhn. nauk. Mosocw, 2003.

11. Dorohov V.P. [i dr.] Mekhanicheskaya obrabotka myasnogo i myasokostnogo syr'ya. Mosocw, 2011.
12. Ibragimova O.T. Poluchenie i primenenie kollagenovyh dispersiy v tekhnologii myasnyh produktov: dis. … kand. tekhn. nauk. Voronezh, 2003.

Kakimov Aitbek Kalievich, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: bibi.53@mail.ru.

Yessimbekov Zhanibek Serikbekovich, doctoral candidate, Shakarim State University of Semey.
E-mail: ezhanibek@mail.ru.

Kabulov Bolat Beysengalievich, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: bolatkabylov@mail.ru.

Ibragimov Nadir Kadyrovich, Cand. Sci. (Engineering), Deputy Chief of the Testing Laboratory ''Scientific Center of Radioecological Research'', Shakarim State University of Semey.
E-mail: ibragimnk@mail.ru.

Suychinov Anuarbek Kazisovich, master, Head of the Financial and Economic Department of Local Administration of Semey.
E-mail: a.suichinov@akimvko.gov.kz.

Improving the quality of primary processed milk

A. N. Kozlov

The raw milk contains microorganisms of different taxonomic groups. The microflora during storage of raw milk changes in phases: bactericidal mixed microflora of lactobacilli and yeasts and molds phase. The total bacterial count in milk is due to the sanitary conditions of reception and storage of milk, storage and transportation of milk temperature. The higher bacterial contamination of raw milk, the greater the probability of the presence therein of pathogens and other microorganisms. A feature of microbiological control of raw milk is that characterizes the rate of bacterial contamination, not all the number and variety of microorganisms which are present in milk. Duration sanitary udder preparation for milking has a positive impact on improving the quality of milk. Indicators of the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms using a mechanical fine filter with minimum sanitary and hygienic preparation of the udder for milking cows decreased by more than three times, and when the regulatory – 30 %. Using a mechanical fine filter directly in the process of milking can improve the purity of milk by one class, reduce the number of somatic cells in 200 ... 400 thousand in 1cm^3.

Keywords: milk, microbiological parameters, somatic cells, purity, filtration, sanitary and hygienic preparation of the udder of cows for milking, the mechanical fine filter.

References

1. Rybalova T.I. Import molochnyh produktov v pervyy god prodembargo. Molochnaya promyshlennost' 12 (2015): 4-8.
2. Labinov V.V. Itogi 2015 goda i novye drayvery razvitiya molochnogo zhivotnovodstva. Molochnaya promyshlennost' 2 (2016): 4-8.
3. Ponomarev A.N. Ob importozameshchenii. Molochnaya promyshlennost' 8 (2015): 4-5.
4. Goroshchenko L.G. Import i eksport molochnoy produktsii. Molochnaya promyshlennost' 2 (2016): 12-14.
5. Rybalova T.I. Sushchestvuyut li spravedlivye tseny na moloko? Molochnaya promyshlennost' 7 (2015): 4-7.

6. Surovtsev V.N., Nikulina Yu.N. Spravedlivye tseny» na moloko i dolgosrochnye interesy otrasli. Molochnaya promyshlennost' 1 (2016): 4-6.

7. Ponomarev A.N. Chto meshaet i chto mozhet sposobstvovat' razvitiyu molochnoy otrasli. Molochnaya promyshlennost' 11 (2015): 4.

8. XIV Mezhdunarodnyy forum-vystavka ‘'Molochnaya i myasnaya promyshlennost'" Molochnaya promyshlennost' 4 (2016): 8-11.

9. Yurova E.A. Normirovanie pokazateley kachestva i identifikatsionnyh harakteristik moloka-syr'ya. Molochnaya promyshlennost' 8 (2015): 26-28.

10. Parfenova E.A. Proslezhivaemost' kak instrument obespecheniya kachestva i bezopasnosti gotovogo. Molochnaya promyshlennost' 2 (2016): 20-22.

11. Vagin B.I., Samarin G.N., Shilin V.A., Shilin E.V. Al'ternativnye varianty obrabotki moloka. Sel'skiy mekhanizator 5 (2015): 20-22.

12. Kozlov A.N. Povyshenie rabotosposobnosti doil'noy ustanovki. Vestnik CHGAA 66 (2013): 42-47.

13. Kozlov A.N. Problemy ekspluatatsii rezervuarov pervichnogo ohlazhdeniya moloka. APK Rossii 74-1 (2015): 81-85.

14. Gubeydullin H.H., Shigapov I.I., Chumakova N.V., Kologreev V.A. Trubchatye tekstil'nye fil'try dlya ochistki moloka. Sel'skiy mekhanizator 1 (2011): 28-29.

15. Chilton M., Vidyakin M. Osobennosti vnedreniya membrannyh tekhnologiy v molochnoy promyshlennosti. Molochnaya promyshlennost' 3 (2016): 19-20.

16. Gubeydullin H.H. [i dr.] Novye vidy tekstil'nyh fil'trov. Sel'skiy mekhanizator 4 (2015): 32.

17. Renner E. Micronutrients. In: Mild and Milk Based Food Products. Elsevier Applied Science Publishers. London, New York, 1989.

18. Kumar P., Sharma N., Ranjan R., Kumars., Bhat Z.F., Jeonq D.K. Perspective of Membrane Technology in Dairy Industry: A Review. Asian Australas J AnimSci. 2013. V. 26(9). Pp. 1347-1358.

Kozlov Alexander Nikolayevich, Cand. Sci. (Engineering), South-Ural State Agrarian University.
E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Film based on activated chitosan solutions in production of meat foods

A. V. Morgunova

The article contains the results of researches about development a method of getting sausage products without casing, applying an activated solution of chitosan. An object of an experiment is a growth of an ecological compatibility of a technological process, safety and water-holdind indicators improvement of a prepared product without deterioration of its organoleptic indicators. As a result of complex handling received experimental data with a view to form the best qualitative characteristics there are following operation factors of a coagulation process to recommend : solution based on anolyte of electrochemically-activated water, which underwent cavitation, alimentary water soluble chitosan in concentration of 2%; pH of 3,5 - 4,5, temperature 55-70˚C. Duration of the termal coagulation was determined through an experiment. It lasts 4 - 5 minutes. This is the optimal time for covering layer strengthening and forming of eatable coat. Further heating of sausage goods is to execute at heating medium temperature 80-85°C and relative humidity 100% (steam) until getting temperature of 70-72°C in the middle of a product. As a result of the conducted experiment there are patterns of sausage goods which correspond with sticks of sausage without sausage meat affluence, conglutination, bouillon and fat swells. The patterns have edible protective film. Qualitative and microbiological indices of sausage goods without coat were researched in association with the test centre Stavropol Interregional Veterinary Laboratory and satisfy the requirements of Sanitary Norms 2.3.2.1078-01. The invention refers to the food industry and can be used by production of a wide range of food, such as sausages and the emulsified meat products without cover.

Keywords: chitosan, activation, experiment, cavitation, biotechnology.

References

1. Mamontova T.V., Aybazov A.M., Rusakova O.S. Sovremennye tendentsii razvitiya mirovogo i rossiyskogo rynka biotekhnologiy v zhivotnovodstve. Sbornik nauch. tr. Vseros. nauch.-issled. instituta ovtsevodstva i kozovodstva Vol.2 , 7 (2014): 292-300.
2. Tkachenko M.A. Logisticheskie podhody v roznichnoy torgovle potrebitel'skoy kooperatsii // Tendentsii i perspektivy razvitiya sovremennoy nauki i praktiki: IV mezhdunar. nauch.-prakt. Konferentsiya (2014): 101-103.
3. GOST R 52196-2011. Izdeliya kolbasnye varenye. Tekhnicheskie usloviya.
4. Yakubova E.V., Drizhd N.A. Tekhnicheskiy reglament kak instrument obespecheniya bezopasnosti pishchevyh produktov. Materialy ezhegodnoy nauch.-prakt. konf. Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta ''Universitetskaya nauka – regionu''. Stavropol, 2014.
5. Ekspertiza kachestva prodovol'stvennyh tovarov (myaso i myasoprodukty): Uchebno-metodicheskoe posobie. Novosibirsk, 2011.
6. Tregubova N.V., Ozheredova N.A. Sovremennye sposoby uvelicheniya srokov godnosti rybnoy produktsii. Materialy I ezhegodnyh mezhdunarodnyh nauch.-prakt. chteniy Stavropol'skogo instituta kooperatsii (filial) BUKEP: sb. mezhdunar. konf. prof.-prep. sostava i aspirantov StIK (filial) BUKEP, Stavropol (2015): 215-219.
7. Morgunova A.V. Ispol'zovanie hitozana dlya polucheniya plenkoobrazuyushchego pokrytiya kolbasnyh izdeliy. Vestnik APK Stavropol'ya 4 (2015): 55-58.
8. Sadovoy V.V. Razrabotka nauchnyh printsipov proektirovaniya sostava i sovershenstvovaniya tekhnologii mnogokomponentnyh myasnyh izdeliy s ispol'zovaniem vtorichnyh resursov pishchevoy promyshlennosti: avtoref. dis. … d-ra tekhn. nauk. Stavropol', 2007.
9. Sadovoy V. V. [i dr.] Issledovanie molekulyarnyh struktur hitozana i suktsinata hitozana. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya 3 (2010): 34-36.
10. Rashmi D.S. Modeling acoustic cavitation with bubble redistribution. 6-th International Symposium on Cavitation. Wageningen, 2006.
11. Morgunova A.V. Razrabotka tekhnologii myasoproduktov s ispol'zovaniem kavitatsionno-dezintegrirovannyh sistem: avtoref. dis. … kand. tekhn. nauk. Stavropol, 2012.
12. Gigienicheskie trebovaniya bezopasnosti i pishchevoy tsennosti pishchevyh produktov (SanPiN 2.3.2.1078-01). Mosocw, 2012.
13. Sadovoi V.V., Guzenko V.I., Shlykov S.N., Omarov R.S., Shchedrina T.V. The study of molecular structure of chitosan and the determination of the possibility of its use in meat production. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences Vol. 6, 6 (2015): 613-616.

Morgunova Anna Viktorovna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of Commodity Research and Technology of Public Catering, Stavropol Institute of Cooperation, Belgorod University of Cooperation, Economics and Law.

E-mail: hrynya@mail.ru.

Secondary raw for milk industry: current state and prospects

M. B. Rebezov, O. V. Zinina, G. N. Nurymkhan, A. N. Nurgazezova, F. H. Smolnikova

In the article provides an overview of the current state of the use of secondary raw materials at the enterprises of the dairy industry. In this area we have developed problems those are indicated: in most enterprises of the dairy industry whey is drained into the sewage system, while the environment is polluted and valuable raw materials in the food respect is lost which can be recycled and generate more revenue with a rational approach. In the paper high nutritional and biological value of secondary raw milk particularly whey is accented. The existing technology of whey processing is considered: ultrafiltration and other membrane technologies, drying and condensation, hydrolysis and fermentation, isomerization of lactose. Secondary raw milk may be used for the production of products for different purposes. For example, whey protein concentrates, lactulose, feed additives, demineralized whey, permeate, on the albumin-based products, biopreservatives is widespread. The serum in various sectors and products from it is used: in the

production of bakery products, meat products, confectionery, sauces, fortified dairy products, products of a functional purpose; feeding farm animals, both in physical form and in the form of preparations obtained therefrom and feed additives. Based on the above analysis of the current experience of the secondary processing of raw milk, we can conclude that it has the highest biological value, contains a large amount of healthy substances, has a wide range of applications, and in fact is a unique raw material for innovative developments in the food industry.

Keywords: secondary raw material, whey, lactose, functional foods.

References

1. Zhukova E.S., Zhurilkina I.V. Utilizatsiya pishchevyh othodov na ob"ektah ekonomiki: sovremennaya situatsiya v Rossii i za rubezhom. Ekonomika i upravlenie: novye vyzovy i perspektivy 1 (2011): 379-381.

2. Hramtsov A.G., Vasilisin S.V. Ratsional'noe ispol'zovanie obezzhirennogo moloka, pahty i molochnoy syvorotki: nauch.-tekhn. rekomendatsii. Stavropol', 2011.

3. Hramtsov A.G. Tekhnologiya produktov iz vtorichnogo molochnogo syr'ya. Moscow, 2009.

4. Gavrilov G.B., Kravchenko E.F. Puti ratsional'nogo ispol'zovaniya syvorotki. Molochnaya promyshlennost' 7 (2012): 47-48.

5. Dudnikova O.A., Lodygin A.D., Hramtsov A.G. Perspektivy ispol'zovaniya molochnoy syvorotki. Molochnaya promyshlennost' 7 (2010): 42-43.

6. Hramtsov A.G., Evdokimov I.A., Nesterenko P.G., Dubikov D.A. Napravleniya promyshlennoy pererabotki syvorotki. Pererabotka moloka 3 (2006): 32-35.

7. Evdokimov I.A., Zolotoreva M.S., Volodin D.N., Somov V.S. Analiz pererabotki molochnoy syvorotki i sozdanie perspektivnyh resursosberegayushchih tekhnologiy. Nauka. Innovatsii. Tekhnologii 1 (2013): 37-44.

8. Biavati B., Vescovo M., Torriani S., Bottazzi V. Bifidobacteria: history, ecology, physiology and applications. Annals of Microbiology 50 (2000): 117-131.

9. Burtsev D.G., Chernobaev V.N. Bifidogennyy kontsentrat ''Laktobel''. Molochnaya promyshlennost' 7 (2010): 43.

10. Volkova T.A., Kravchenko E.F. Tipovye tekhnologicheskie instruktsii po proizvodstvu produktov iz syvorotki. Molochnaya promyshlennost' 5 (2011): 68.

11. Hramtsov A.G. Fenomen molochnoy syvorotki. St. Petersburg, 2011.

12. Krasnoshtanova A.A., Rytchenkova O.V. Vydelenie laktoferrina i laktoperoksidazy iz molochnoy syvorotki. Ekologiya i promyshlennost' Rossii 11 (2011): 48-51.

13. Evdokimov I.A. [i dr.] Vtorichnoe molochnoe syr'e v proizvodstve funktsional'nyh produktov. Vestnik Severo-Kavkazskogo federal'nogo universiteta 1 (2013): 116-119.

14. Burtseva T.I., Rebezov M.B., Asenova B.K., Stadnikova S.V. Razvitie tekhnologiy funktsional'nyh i spetsializirovannyh produktov pitaniya zhivotnogo proiskhozhdeniya. Almaty, 2015.

Rebezov Maksim Borisovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Ural State Agrarian University.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Zinina Oksana Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, South Ural State University.
E-mail: zinoks-vl@mail.ru

Nurymkhan Gulnur Nesiptaevna, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: gulnu-n@mail.ru.

Nurgazezova Almagul Nurgazezovna, Cand. Sci. (Engineering), acting Associate Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: almanya1975@mail.ru.

Smolnikova Farida Harisovna, Cand. Sci. (Engineering), acting Associate Professor, Shakarim State University of Semey.
E-mail: smolnikovafarida@mail.ru.

Development of food of animal origin based on biotechnology

M. B. Rebezov, O. V. Zinina, Ya. M. Rebezov, E. P. Miroshnikova, A. A. Solovyova

The paper deals with the review of developments of food products and their manufacturing technology is based on biotechnological processes. Biotechnology methods have great prospects from different perspectives. Modification of low-value and low-grade raw materials and its further involvement in the technology of food, which will significantly expand the resource base and to increase renewable resources is difficult to animal protein. The application of biotechnology allows to obtain high quality products with improved organoleptic characteristics, higher nutritional and biological value; after pretreatment with little collagen-demanded raw materials can be implemented in a variety of meat products technology; they allow to intensify the processes of manufacturing products based on the maturation of meat raw materials (for example, the production of raw sausages technology). In this article, the development of the staff and students of the Department «Applied Biotechnology» South Ural State University (National Research University) to create food based on biotechnological principles of processing of raw materials are considered: delicious product of turkey meat, heat treated roll of turkey meat, meat and vegetable pate, functional bioyogurt, pickled cheese with plant components, combined dairy drink. Also, the method of production of summer sausages, and a method of processing the collagen raw material are shown here. Increasing the efficiency of production is inevitably associated with the search for and development of new high-efficiency equipment and new technologies. Modern technologies and equipment focused on obtaining high quality products, should fully meet the requirements of energy and resource saving, environmental safety, to be competitive in both domestic and foreign markets. This is possible if they are based on advanced innovative ideas.

Keywords: biotechnology, starter cultures, summer sausage, bioyogurt, delicious product, turkey meat, collagen-containing raw materials.

References

1. Danilenko S.G., Kigel' N.F., Burtseva G.V. Dobir mikroorganizmiv dlya fermentatsiï m'yasnoï sirovini. Biotechnologia Acta, Vol. 7, 4 (2014): 107-117.
2. Dubrovskaya V.I., Gonotskiy V.A. Produkty iz myasa indeyk. Ptitsa i ptitseprodukty 3 (2013): 30-32.
3. Keniyz N.V., Nesterenko A.A., Nagarokova D.K. Intensifikatsiya tekhnologii syrokopchenyh kolbas. Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 103 (2014): 1016-1039.
4. Nesterenko A.A., Kayatskaya A.S. Posol myasa i myasoproduktov. Vestnik NGIEI 8 (2012): 46-54.
5. Pat. 2130277 Rossiyskaya Federatsiya MPK6 A23L1/315. Sposob prigotovleniya termoobrabotannogo ruleta ''Yures'' iz myasa ptitsy. A.N.Skorik, V.Yu.Skorik. № 98102110/13; zayavl. 30.01.1998; opubl. 20.05.1999.
6. Pat. 2306721 Rossiyskaya Federatsiya MPK A23L1/31, A23L1/318. Sposob prigotovleniya ruleta iz myasa ''Delikates''. T.T.Vol'f, V.P.Dolgushina, V.A.Uglov i dr. № 2005129747/13; zayavl. 08.09.2005; opubl. 27.09.2007.
7. Pat. 2196435 Rossiyskaya Federatsiya MPK7 A23J1/02, A23J1/10, A23L1/314, A23L1/305. Kompozitsiya dlya polucheniya belkovogo obogatitelya pishchevyh produktov. V.B.Krylova, O.N.Vitrenko. № 2001120452/13; zayavl. 24.07.2001; opubl. 20.01.2003.
8. Pat. 2095990 Rossiyskaya Federatsiya MPK6 A22C11/00. Sposob proizvodstva syrokopchenyh kolbas. Yu.G.u Kostenko, G.I.Solodovnikova, G. A.Kuznetsova. № 95104767/134; zayavl. 03.04.1995; opubl. 20.11.1997.
9. Pat. 2473226 Rossiyskaya Federatsiya MPK A23C9/13. Kislomolochnyy product. E.Yu.Tarasova, O.V.Pas'ko. № 2011133841/10; zayavl. 11.08.2011; opubl. 27.012013.

10. Pat. 2329651 Rossiyskaya Federatsiya MPK A23C9/13, A23C9/133. Kislomolochnyy produkt i sposob ego polucheniya (varianty). V.P.Il'in, S.G.Il'ina, N.A.Yurchenko, N.M.Luneva. № 2006113061/13; zayavl. 18.04.2006; opubl. 27.07.2008.

11. Pat. 2478295 Rossiyskaya Federatsiya MPK A23C9/13, A23C9/123. Yogurt s nizkim soderzhaniem sahara. E. Monster, U. Shmid, E.M.E.Mulder. № 2009143323/10; zayavl. 23.04.2008; opubl. 10.04.2013.

12. Pat. 2447702 Rossiyskaya Federatsiya MPK5 A23L1/317, A23L1/318. Sposob proizvodstva delikatesnogo produkta. M.F.Hayrullin, A.A.Lukin, M.B.Rebezov. № 2010124806/13; zayavl. 16.06.2010; opubl. 20.04.2012.

13. Pat. 2470529 Rossiyskaya Federatsiya MPK5 A23L1/31. Sposob izgotovleniya myasnyh snekov (varianty). M.F.Hayrullin [i dr.]. № 2011128150/13; zayavl. 07.07.2011; opubl. 27.12.2012.

14. Simonenkova A.P. Pishchevoy obogatitel' dlya molochnoy promyshlennosti. Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv 1 (2013): 1-6.

15. Adams M.R., Nicolaides L. Review of the sensitivity of different foodborne pathogens to fermentation. Food Control 8 (2008): 227-239.

16. Davies K.M., Deroles S.C. Prospects for the use of plant cell cultures in food biotechnology. Current Opinion in Biotechnology 26 (2014): 133-140.

17. L.De Vuyst, F.Moens, M.Selak, A.Riviere and F.Leroy Summer Meeting 2013: growth and physiology of bifidobacteria. Journal of Applied Microbiology. 2013. Pp. 477-491.

18. Faruk T. Bozoglu, Bibek Ray. Lactic Acid Bacteria: Current Advances in Metabolism, Genetics and Applications. Springer Vertag Berlin Heidelberg. 1996.

19. Holzapfel W., Geisen R., Schillinger U. Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and foodgrade enzymes. International Journal of Food Microbiology 24 (1995): 343-362.

20. Mika N., Zorn H., Rühl M. Insect-derived enzymes: a treasure for industrial biotechnology and food biotechnology. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology 136 (2013): 1-17.

21. W.Mizutani, R.Yamasaki, JJ.Lin, M.Kuki and G. Kato Pediococcus-an unique probiotics we use as a novel GI supplement. Annual Meeting of JBVP 3 (2007): 269-272.

22. S.Ruiz-Moyano, M.Alberto, M.J.Benito, A.Hernández, R.Casquete, M.Córdoba Application of Lactobacillus fermentum HL57 and Pediococcus acidilactici SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages. Food Microbiol 28 (2011): 39-47.

Rebezov Maksim Borisovich, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Ural State Agrarian University.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Zinina Oksana Vladimirovna, Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor, South Ural State University.
E-mail: zinoks-vl@mail.ru

Rebezov Yaroslav Maksimovitch, post graduate student, Ural State Agrarian University.
E-mail: rebezov@ya.ru.

Miroshnikova Elena Petrovna, Dr. Sci. (Biology), Professor, Orenburg State University.
E-mail: elenaakva@rambler.ru.

Solovyova Alexandra Anatol'evna, post graduate student, South Urals state university.
E-mail: pbio@ya.ru.

ECONOMIC SCIENCES

Determining the efficiency of milk production

E. G. Bodrova, D. Y. Pankratova

The efficiency of milk production depends on many factors, in particular it is influenced by the development of the economy at the national level and by economic factors at the levels of region, and also by the internal efficiency of milk production. Tasked to increase milk production in 2020 to 38.2 million

tons. Expected results of the subprogramme «Development of dairy breeding» are: increasing the marketability of milk, creation of conditions for comprehensive development and improvement of production efficiency, the competitiveness of domestic raw milk and its products, increasing the marketability of milk in agricultural organizations, private farms, including individual entrepreneurs, from 90 to 92.5 percent. The purpose of this article is a comprehensive study of the status and directions of development of production and sales of milk and revealing of reserves of increase of efficiency of the industry. Milk yields per day in the Chelyabinsk region is 380-390 tons. The largest producers are Chebarkul (25%), Magnitogorsk (23%), Chelyabinsk (23%), South Ural dairy factory (13%) and Kopeisk dairies (9%). The best options of production at milk production will be important for decision-making when there is a possibility to have an optimal strategy and know the efficiency of structural elements, efficiency of resources, technological methods of production, differential costs of products. Economic-mathematical analysis involves the combination of quantitative analysis with qualitative. Calculation of economic effect for manufacturer of the Chelyabinsk region, in the implementation of the optimal production structure in comparison with the present can achieve an annual effect 53 088 070 rubles. In order to be competitive in a market economy, milk processing plant should be put on the market a wide range of high quality dairy products at affordable prices. To solve this difficult task is only possible on the basis of modern methods of performance management of milk production.

Keywords: milk production, milk processing enterprises, efficiency.

References

1. Bodrova E.G. Povyshenie effektivnosti proizvodstva molochnoy produktsii putem optimizatsii ispol'zuemyh resursov (na primere molokoperera batyvayushchih predpriyatiy CHelyabinskoy oblasti): dis. … kand. ekon. nauk. Chelyabinsk, 2009.

2. Pankratova D.Yu. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya APK Chelyabinskoy oblasti za schet razvitiya sel'skohozyaystvennoy kreditnoy potrebitel'skoy kooperatsii. Vestnik CHGAA 67-2 (2014): 11-16.

3. Dolgova I.M. Tendentsii razvitiya rynka moloka i molochnoy produktsii v RF. Ekonomika i predprinimatel'stvo 9 (2014): 953-958.

4. Andreeva O.N. Obosnovanie napravleniy povysheniya effektivnosti molokoperera batyvayushchih predpriyatiy. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, Ekonomika 4 (2014): 46-51.

5. Frumin I.L., Drachuk P.E. Prirodno-sel'skohozyaystvennoe i ekonomicheskoe rayonirovanie regiona s uchetom rynochnyh preobrazovaniy (na primere Chelyabinskoy oblasti). Vestnik YUUrGU, Ekonomika i menedzhment 1 (2015): 26-30.

6. Smirnova N.A. Poryadok opredeleniya defitsita sredstv v sel'skohozyaystvennyh organizatsiyah. Voprosy obrazovaniya i nauki: teoreticheskiy i metodicheskiy aspekty: sb. nauch. tr. po mater. mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. Konferentsii (2012): 105-107.

7. Balabaykin V.F., Ivanov S.A. Razrabotka strategiy ustoychivogo razvitiya predpriyatiy APK CHelyabinskoy oblasti. Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya 23 (2015): 40-43.

8. Ostashevsky S.M. Neobhodimost' importozameshcheniya dlya sovremennoy ekonomiki RF. Vestnik YUUrGU, Ekonomika i menedzhment Vol. 9, 3 (2015): 28-33.

9. Davydova O.A., Ivanov S.A. Osnovnye metody otsenki proizvodstvennogo potentsiala v molochnom skotovodstve. Materialy LIII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. ‘’Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu’’, CHelyabinsk (2014): 110-115.

10. Minakov I.A. Povyshenie konkurentosposobnosti sel'skohozyaystvennoy produktsii. Vestnik MichGAU 1 Part 2 (2012): 48-53.

11. Fedorov M.N. [i dr.] Strategicheskie napravleniya razvitiya molochnogo skotovodstva v regione na primere ZAO ‘’Plemzavod ‘’Irmen’’. Vestnik NGAU 1 (2012): 222-229.

12. Criscuolo P., Narula R. A Novel Approach to National Technological Accumulation and Absorptive Capacity: Aggregating Cohen and Levinthal. The European Journal of Development Research. 2008. Vol. 20. № 1. P. 357.

13. Alvarez, Antonio, Arias, Carlos and Orea, Luis, (2006), Explaining Differences in Milk Quota Values: The Role of Economic Efficiency // American Journal of Agricultural Economics. 88. Issue 1. Pp. 182-193. Web. 20 April 2016 <http://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:ajagec:v:88:y:2006:i:1:p:182-193>.

14. Wang, Jingjing, Chen, Mei and Klein, Peter, (2015), China's Dairy United: A New Model for Milk Production // American Journal of Agricultural Economics. 97. Issue 2. Pp. 618-627. Web. 20 April 2016 <http://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:ajagec:v:97:y:2015:i:2:p:618-627>.

Bodrova Ecatherine Grigoryevna, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Cahir "Economics and Finance", Russian-British Institute of Management.
E-mail: bodrovaz@gmail.com.

Pankratova Daria Yuryevna, Cand. Sci. (Economics), senior lecturer, the Chair of Management and Information Technologies, South-Ural State Agrarian University.
E-mail: dashai@list.ru.

Improving the efficiency of crop production when changing crop acreage structures

N. V. Stepnyh

The farming system and technologies of growing agricultural hoskuldur significantly impact the economic conditions of production: the availability of equipment, personnel, tractor drivers and workers, prices of products and resources. During the last 10-15 years, the provision of agricultural equipment and personnel has decreased several times. The resources available do not allow to carry out the work in optimum time, when specialization of production, when grown only one crop – spring wheat. The situation is complicated by the one-sidedness of the structure of sown areas. In the Kurgan region in structure of sown crops is 83 % , wheat in grains – 82 %. Many enterprises wheat is the only crop in the production, which reduces its stability, efficiency and competitiveness and this is due to several factors. The shortage of technicians and workers, especially in adverse weather conditions, to carry out technology can be achieved by improving productivity and workers by changing cropping patterns, introducing the culture with the other terms of field work, thereby increasing the load of arable land for equipment and personnel. The research, examples of modern enterprises, the experience of farming in pre-war time show about the possibility of changing crop patterns, increasing the share of winter crops (rye and wheat), forage and cereal crops, pea, sunflower, soybean, canola, corn and other crops, which will increase the load on the equipment, its performance is timely and qualitatively to carry out field work that ultimately leads to the reduction of losses and costs, improved productivity and profitability of crop production.

Keywords: structure, technology, personnel, crops, arable land, productivity, economic efficiency.

References

1. Gilevich S.I. Diversifikatsiya kul'tur i nulevye tekhnologii v zasushlivyh regionah. Osnovy ustoychivogo resursosberegayushchego zemledeliya. Shortandy-Astana (2013): 49-57.
2. Kobylyanskiy V.D. [i dr.] Izuchenie innovatsionnoy zernofurazhnoy nizkopentozanovoy ozimoy rzhi. Permskiy agrarnyy Vestnik 1 (2014): 10-16. Web 25 April 2016 <http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-innovatsionnoy-zernofurazhnoy-nizkopentozanovoy-ozimoy-rzhi>.
3. Pryamoy ushcherb ot gibeli posevov v Kurganskoy oblasti sostavil 1,9 mlrd rubley. Interfaks. 2014. 24 noyabrya. Web 25 April 2016 <http://www.interfax.ru/business/408966>.
4. Frumin I.L. Modelirovanie zemledeliya YUzhnogo Zaural'ya. Chelyabinsk, 2004.
5. Latyshev N.N. Na puti k organicheskomu zemledeliyu. Agrarnyy sector 1 (2016): 7-16.
6. Vyrashchivanie bobovyh kul'tur v proizvodstve. Agrarnyy sector 1 (2016): 32-33.

Stepnyih Nikolay Vasilyevich, Cand. Sci. (Economics), leading scientific officer at the Laboratory of Economics and Innovative Development, Kurgan Scientific-Research Institute of Agriculture.
E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru.

Правила предоставления рукописей статей в научно-практический журнал «АПК России»

Представленная в электронном и (желательно) печатном вариантах статья должна соответствовать профилю и научному уровню журнала. Материалы, представленные аспирантами, магистрантами, должны быть заверены научным руководителем.

Объем текста статьи не должен превышать 20 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 8 до 15 стр. Все данные должны иметь сноски на источник их получения. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытых публикаций, несут, в соответствии с законодательством Российской Федерации, авторы статей.

Статья должна содержать метатекст: аннотацию, ключевые слова, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи), список литературы.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах, список литературы) должен быть представлен на русском и английском языках.

Рекомендуемый объем аннотации – 200–250 слов, не более 2000 символов. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т.п.).

Статья должна отражать следующие разделы:
1. Актуальность темы.
2. Цель исследований.
3. Материалы и методы.
4. Результаты исследований.
5. Выводы.
6. Рекомендации.
7. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Статья должна содержать элементы научной новизны и практическую ценность. Новизна может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

Материалы подписываются автором (авторами). Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию рукописи статьи.

Невыполнение указанных выше требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются.

Решение о публикации статьи принимается по результатам рецензирования и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции:+7 (351) 266-65-39, а также по электронной почте: medvedevasa@list.ru.

Представляя свои материалы для опубликования автор тем самым дает согласие на размещение на безвозмездной основе электронной версии своей статьи, опубликованной в журнале «АПК России», на сайте и в научной библиотеке вуза и на сайте электронной научной библиотеки e-library в открытом доступе в полнотекстовой версии.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения рецензента.

Гонорар за публикации не предусматривается.

Автор обязан приобрести номер журнала, в котором опубликованы представленные им к печати материалы, в редакции или оформить подписку на издание.

Правила оформления статьи

Указать тематическую рубрику (код УДК) в верхнем левом углу статьи.

Наименование статьи должно отражать ее содержание и состоять не более чем из 12 слов. Сокращения в наименовании статьи не допускаются.

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация на русском языке.

Ключевые слова на русском языке.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – TimesNewRoman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы lim, lg, const, cos, sin, max, min и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал привести в соответствие с действующими государственными стандартами.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах) на английском языке; список литературы – транслитерация.

С уважением,
редакция журнала

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

Название статьи

И. О. Фамилия

Аннотация: в статье рассматриваются…………(200–250 слов, не более 2000 символов)

Ключевые слова: (от 5 до 7 слов)

Текст. (от 8 до 15 страниц)

Список литературы

1. Федоренко И. Я., Садов В. В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве : учеб. пособие. СПб. : Лань, 2012. 304 с.

2. Николаев В. Н., Яворский В. И. Анализ процесса экструзии кормов и совершенствование экструдера // Вестник ЧГАА. 2015. Т. 71. С. 61–66.

Фамилия Имя Отчество, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00.

E-mail: FIO@mail.ru.

Название статьи (на английском языке)

И. О. Фамилия (на английском языке)

Аннотация **(на английском языке)**: в статье рассматриваются…………(200–250 слов)

Ключевые слова **(на английском языке)***:* (от 5 до 7 слов)

Список литературы (на английском языке)

1. Fedorenko I.Ya., Sadov V.V. Resursosberegayuschie tehnologii i oborudovanie v zhivotnovodstve: ucheb. posobie. Saint Petersburg, 2012. 304 p.

2. Nikolaev V.N., Yavorski V.I. Analiz protsessa ekstruzii kormov i sovershenstvovanie ekstrudera. *Vestnik ChGAA* 71 (2015): 61-66.

Фамилия Имя Отчество, ученая степень, ученое звание, должность, полное наименование места работы, город, тел.: 8(900)000-00-00. **(на английском языке)**

E-mail: FIO@mail.ru.

«Рукопись вычитана, факты, цитаты, ссылки проверены. Публикуется впервые»

дата подпись

В редакцию журнала «АПК России»

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

_____

(название статьи)

ФИО *(полностью)*	
Ученая степень	
Ученое звание	
Должность	
Место работы, учебы *(полное наименование организации)*	
Адрес места работы, учебы *(с указанием индекса)*	
Контактный телефон *(с указанием кода города)*	
Адрес электронной почты	
SPIN-КОД автора в базе РИНЦ (на сайте http://elibrary.ru)	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала *(с указанием индекса)*	
Иные сведения	

Подписывая данную анкету, я, _____,
(Фамилия Имя Отчество)

выражаю согласие на то, что представление рукописи статьи в адрес редакции журнала **«АПК России»** *является конклюдентным действием, направленным на передачу редакции исключительных прав на произведение: права на воспроизведение и права на распространение, а также на размещение статьи в электронной версии журнала в открытом доступе в сети Интернет и в наукометрических электронных базах данных.*

Также предоставляю редакции свои персональные данные (фамилия, имя, отчество; сведения об образовании; сведения о месте работы и занимаемой должности) без ограничения срока для их хранения и обработки в различных базах данных и информационных системах, включения в аналитические и статистические отчетности, создания обоснованных взаимосвязей объектов произведений науки, литературы и искусства с персональными данными и т.п. Редакция имеет право передать указанные данные для обработки и хранения третьим лицам.

«___» _____ 20__ г. _____/_____/
Подпись Фамилия И.О.

* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.

Вниманию читателей!
Подписку на журнал можно оформить в почтовых отделениях ФГУП «Почта России».
Издание включено в объединенный и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым к публикации, размещены на сайте журнала http://www.rusapk.ru

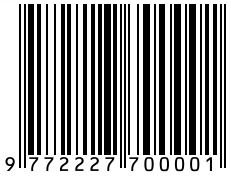
Полнотекстовая версия журнала «АПК России» размещена на сайте электронной научной библиотеки: http://www.elibrary.ru, сайте журнала: http://www.rusapk.ru, сайте Университетской библиотеки онлайн: www.biblioclub.ru.

Dear Readers, attention, please!
Subscription to the journal can be obtained at post offices «Russian Post».
The journal is included in the combined and the electronic catalog «Press of Russia.»

Requirements for articles submitted for publication, available on the website: http://www.rusapk.ru

The full-text version of the journal «Agro-Industrial Complex of Russia» is available online on the e-Science Library website: http://www.elibrary.ru, on the journal website: http://www.rusapk.ru, on the University Library website: www.biblioclub.ru.

ISSN 2227-7005



Ответственный секретарь
С. А. Медведева
E-mail: medvedevasa@list.ru
Тел.: +79514823578

Executive Editor
S. A. Medvedeva
E-mail: medvedevasa@list.ru
Phone: +79514823578

Верстка *М. В. Шингареева*
Корректор *М. В. Вербина*

Design *M. V. Shingaryova*
Proof reader *M. V. Verbina*

Перевод на англ. язык
И. Ю. Новикова

English rendering
I. Y. Novikova

Подписано в печать 30.06.2016.
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 35,5. Тираж 300 экз.
Заказ № 76.

Signed to print 30.06.2016.
Format 60×84/8. Times script.
Conventional printed sheet 35,5.
Circulation 300 copies.
Order № 76.

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск, пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-39

Editors office: 454080, Chelyabinsk, Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-39

Адрес издателя: Южно-Уральский государственный аграрный университет
457100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Publishers address: South-Ural State Agrarian University
457100, Troitsk, Gagarin Str, 13
Phone: 8(35163) 2-00-10, Faxe: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ИПЦ Южно-Уральского ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University Publishing House: 454080, Chelyabinsk, Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price