

АПК РОССИИ

AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

Научный журнал

ISSN 2587-8824

2020

Том 27 № 5



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ
ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ISSN 2587-8824



АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 27
№ 5



Челябинск
2020

16+

ISSN 2587-8824



Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 27
Issue 5



Chelyabinsk
2020



АПК России**Agro-Industrial Complex of Russia**

Журнал включен в международную БД AGRIS

Журнал включен в перечень ВАК
рецензируемых научных изданий
(распоряжение Министерства науки
и высшего образования Российской Федерации
от 12 февраля 2019 г. № 21-р)

Журнал включен в систему Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-65320 от 12.04.2016
(РОСКОНАДЗОР, г. Москва)

The log is included in the international AGRIS database

The log is included in the list of the Highest certifying
commission of the reviewed scientific publications
(order of the Ministry of science and the higher education
of the Russian Federation
of February 12, 2019 No. 21-r)

The journal is included in the Russian Science
Citation Index: <http://www.elibrary.ru>

Certificate of registration SMI PI
№ FS 77-65320 of 12.04.2016
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

И. о. главного редактора

доктор биологических наук, профессор
Мифтахутдинов Алевтин Викторович

Acting editor-in-chief

Doctor of Biological Sciences, Professor
Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich

Редакционная коллегия

Фисинин В. И., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН

Менков Н. Д., д-р техн. наук

Алымбеков К. А., д-р техн. наук

Басарыгина Е. М., д-р техн. наук, проф.

Безин А. Н., д-р ветеринар. наук, проф.

Белов В. В., д-р техн. наук, проф., член-корр. РАЕ

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.

Васильев А. А., д-р с.-х. наук

Возмилов А. Г., д-р техн. наук, проф.

Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.

Горшков Ю. Г., д-р техн. наук, проф.

Гриценко А. В., д-р техн. наук

Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук

Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.

Линенко А. В., д-р техн. наук, проф.

Лыкасова И. А., д-р ветеринар. наук, проф.

Мударисов С. Г., д-р техн. наук, проф.

Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, проф.

Панфилов А. Э., д-р с.-х. наук, проф.

Позняковский В. М., д-р биол. наук, проф.

Синявский И. В., д-р биол. наук

Тихонов С. Л., д-р техн. наук, проф.

Торопова Е. Ю., д-р биол. наук, проф.

Тошев А. Д., д-р техн. наук, проф.

Трояновская И. П., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

Тюлебаев С. Д., д-р с.-х. наук, проф.

Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.

Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.

Шепелёв С. Д., д-р техн. наук

Юдин М. Ф., д-р с.-х. наук, проф.

Editorial board

Fisinin V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician
of Russian Academy of Sciences

Menkov N. D., Dr. Sci. (Technical)

Alymbekov K. A., Dr. Sci. (Technical)

Basarygina E. M., Dr. Sci. (Technical), Professor

Bezin A. N., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Belov V. V., Dr. Sci. (Technical), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy
of Natural History

Butorin V. A., Dr. Sci. (Technical), Professor

Vasilyev A. A., Dr. Sci. (Agricultural)

Vozmilov A. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Derkho M. A., Dr. Sci. (Biological), Professor

Gorshkov Yu. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Gritsenko A. V., Dr. Sci. (Technical)

Zezev N. N., Dr. Sci. (Agricultural)

Kosilov V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Linenko A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Lykasova I. A., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Mudarisov S. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Ovchinnikov A. A., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Panfilov A. E., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Poznyakovskiy V. M., Dr. Sci. (Biological), Professor

Sinyavskiy I. V., Dr. Sci. (Biological)

Tikhonov S. L., Dr. Sci. (Technical), Professor

Toropova E. Y., Dr. Sci. (Biological), Professor

Toshev A. D., Dr. Sci. (Technical), Professor

Trojanovskaja I. P., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

Tulebaev S. D., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Fominykh A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Tcharykov V. I., Dr. Sci. (Technical), Professor

Shepelev S. D., Dr. Sci. (Technical)

Yudin M. F., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Учредитель:

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

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

- Гончарова Л. И., Цыгвинцев П. Н., Гусева О. А.**
Влияние высоких уровней хронического ультрафиолетового излучения на рост и развитие ячменя.....747
- Зыбалов В. С., Денисов Ю. Н.**
Анализ содержания гумуса, в почвах северной лесостепи Челябинской области...754
- Калганов А. А., Матвеева Е. Ю., Покатилова А. Н.**
Оценка солевого состава длительно орошаемых черноземов выщелоченных северной лесостепи Зауралья.....763
- Тюнин В. А., Шрейдер Е. Р., Кушниренко И. Ю., Бондаренко Н. П., Гуляева Е. И.**
Экологические особенности селекции мягкой яровой пшеницы на Южном Урале на устойчивость к стрессовым факторам...767

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Басарыгина Е. М., Деев В. В., Черепухина С. В.**
Фитомониторинг в условиях урбанизированного агропроизводства.....772
- Ерофеев В. В., Игнатиев А. Г., Олейник Н. И., Шарафиев Р. Г., Гильманшин Р. А.**
Повышение несущей способности вертикальных стальных резервуаров объектов агропромышленного комплекса путем рационального проектирования и изготовления сварных соединений уторных узлов.....777
- Рахимов Р. С., Рахимов И. Р., Фетисов Е. О.**
Обоснование конструктивной схемы и параметров универсальной посевной секции.....785
- Рахимов Р. С., Рахимов И. Р., Фетисов Е. О.**
Определение сил, действующих на универсальную посевную секцию.....797
- Чарыков В. И., Новикова В. А., Евдокимов А. А., Злыднев А. Н.**
Повышение надежности электромагнитных систем.....808

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

- Goncharova L. I., Tsygvintsev P. N., Guseva O. A.**
Effect of high levels of chronic ultraviolet radiation on the growth and development of barley.....747
- Zybalov V. S., Denisov Yu. N.**
Analyzing the humus content in the soils of the northern forest-steppe of Chelyabinsk Region.....754
- Kalaganov A. A., Matveeva E. Yu., Pokatilova A. N.**
Estimating the salt composition of long-term irrigated leached chernozems in the northern forest-steppe of the Trans-Urals...763
- Tyunin V. A., Shreider E. R., Kushnirenko I. Yu., Bondarenko N. P., Gulyaeva E. I.**
Ecological features of spring soft wheat breeding in the South Urals for resistance to stress factors.....767

TECHNICAL SCIENCES

- Basarygina E. M., Deev V. V., Cherepukhina S. V.**
Phytomonitoring in the conditions of urbanized agricultural production.....772
- Erofeev V. V., Ignatiev A. G., Oleinik N. I., Sharafiev R. G., Gilmanshin R. A.**
Increasing the bearing capacity of vertical steel tanks of agricultural facilities by rational designing and performing of welded T-joint connections.....777
- Rakhimov R. S., Rakhimov I. R., Fetisov E. O.**
Justifying the design scheme and parameters of the universal sowing unit.....785
- Rakhimov R. S., Rakhimov I. R., Fetisov E. O.**
Determining the forces acting on the universal sowing unit.....797
- Charykov V. I., Novikova V. A., Evdokimov A. A., Zlydnev A. N.**
Improving the reliability of electromagnetic systems.....808

Черепухина С. В., Деев В. В., Басарыгина Е. М. Апробация оборудования урбанизированного растениеводства.....	811
Черновол Ю. Н. Проектное предложение по реконструкции типовой фермы на 400 коров на основе поточно-группового обслуживания животных.....	816
Шерьязов С. К., Пташкина-Гирина О. С., Низамутдинова Н. С. Принципы исследования потенциала энергии естественных водоемов в системе энергоснабжения.....	821

Cherepukhina S. V., Deev V. V., Basarygina E. M. Approbation of equipment for urbanized crop production.....	811
Chernovol Yu. N. Project proposal for reconstructing a typical farm for 400 cows based on stream-group services for animals.....	816
Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Nizamutdinova N. S. Principles of researching the energy potential of natural reservoirs in the energy supply system.....	821

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Дерхо М. А., Рыбьянова Ж. С., Гизатуллина Ф. Г. Тяжелые металлы и оценка их влияния на функции щитовидной железы у животных.....	828
Калдыгулов С. Р., Тюлебаев С. Д., Кадышева М. Д. Динамика роста телок недавно созданных селекционных достижений и их помесей на фоне классического мясного скота в условиях Актюбинской области.....	836
Мижевикина А. С., Лыкасова И. А., Корюхова М. Е. Сравнительное влияние препаратов Набиката и Иркутина на мясную продуктивность индеек.....	841
Рыбьянова Ж. С., Дерхо М. А. Тиреоидная регуляция и ее особенности в организме животных в условиях природно-техногенной провинции.....	846

VETERINARY SCIENCES

Derkho M. A., Rybyanova Zh. S., Gizatullina F. G. Heavy metals and their effect on the function of the thyroid gland in animals.....	828
Kaldygulov S. R., Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D. Growth dynamics of heifers created due to recently breeding achievements and their crosses against the background of classic beef cattle in the conditions of Aqtobe Region...	836
Mizhevikina A. S., Lykasova I. A., Koryukhova M. E. Comparative effect of preparations Nabikat and Irkutin on the meat productivity of turkeys.....	841
Rybyanova J. S., Derkho M. A. Thyroid regulation and its features in the body of animals in the conditions of natural-technogenic province.....	846

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Попова Д. Г., Резниченко И. Ю., Табаторович А. Н. Исследование влияния сроков хранения на показатели качества пастильных изделий.....	853
Табакаева О. В., Табакаев А. В., Мелькунов В. В. Органолептическая оценка качества симбиотического йогурта с биологически активными веществами облепихи и шиповника.....	860

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Popova D. G., Reznichenko I. Yu., Tabatorovich A. N. Studying the influence of shelf life on the quality indicators of pastilles.....	853
Tabakaeva O. V., Tabakaev A. V., Melkunov V. V. Organoleptic assessment of the quality of symbiotic yogurt with biologically active substances of sea-buckthorn and rose hips.....	860

УДК 537.312.53:633.16

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ХРОНИЧЕСКОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯЧМЕНЯ

Л. И. Гончарова, П. Н. Цыгвинцев, О. А. Гусева

В работе представлены результаты вегетационных опытов по действию хронического УФ-излучения (А и В диапазонов) на растения ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Зазерский 85 с целью изучения их устойчивости при максимальном истощении озонного слоя. Моделировались суточная доза УФ-В облучения (18 кДж/м²), гарантированно вызывающая гибель растений, и ее половинная доза (9 кДж/м²). Дозы УФ-А излучения выбраны пропорционально дозам УФ-В излучения (72 и 36 кДж/м²), а также их комбинации при истощении озонного слоя. Для равномерного облучения растений сконструирована оригинальная установка. Контрольные растения отделялись от облучателя перегородкой из поликарбоната. Показано, что при действии как УФ-А, так и УФ-В облучения наблюдается угнетение роста, дозозависимое уменьшение уровня пигментов, снижение урожая зерна с растения, обусловленное уменьшением количества зерен в колосе и массой 1000 зерен. УФ-В излучение, обладая высокоэнергетичными фотонами, оказывает большее негативное воздействие на растения, чем УФ-А излучение. Суточная доза УФ-В облучения 18 кДж/м² оказалась летальной для ячменя.

Ключевые слова: ячмень, хроническое УФ-облучение, ростовые, биохимические показатели, урожай зерна.

Известно, что ультрафиолетовое излучение (УФИ) как часть солнечного спектра охватывает диапазон длин волн 100–400 нм и разделяется на три области: УФ-С (100–280 нм), УФ-В (280–315 нм) и УФ-А (315–400 нм) [1–2]. До поверхности Земли доходит только УФИ области А, поскольку УФ-С излучение поглощается атмосферным кислородом, а УФ-В – стратосферным озоном [2]. Вследствие сокращения общего содержания озона со скоростью примерно 1% в год [3] происходит увеличение потока УФ-В излучения на поверхности Земли. На современном этапе биосферных явлений, в связи с периодическим образованием в зимне-весенний период арктической «озоновой дыры» [4], даже

кратковременное увеличение потока УФ-В излучения может нанести вред растениям [3]. Снижение толщины озонового слоя добавляет в спектр не только УФ-В излучение, но и значительно повышает интенсивность УФ-А излучения [5], поэтому данный факт необходимо учитывать при прогнозах негативных последствий для растений.

УФ-В излучение повреждает критические звенья растений (мембраны хлоропластов, фотосистему II, устьичный аппарат, репродуктивную функцию и продуктивность в целом [6–8]). Роль УФ-А спектра в жизнедеятельности растений многогранна [1, 5]. Показано малоэффективное действие УФ-А излучения при коротких

экспозициях и, напротив, стимулирующее – при длительном облучении и высокой интенсивности для улучшения посевных качеств семян [1–2, 9]. Растения способны специфически воспринимать различные типы УФ-фотонов и запускать разные пути передачи сигналов, которые могут индуцировать разные эффекты на вторичный метаболизм растений [1, 2–3]. Деструктивные эффекты УФИ, как правило, опосредованы активными формами кислорода [1]. В связи с недостаточной изученностью хронического действия отдельных спектров УФ-излучения на злаковые культуры данная работа приобретает актуальное значение.

Цель работы: изучение действия высоких уровней различных спектров хронического УФ-излучения на рост и развитие ячменя для оценки их устойчивости при максимальном истощении озонового слоя.

Материалы и методы исследования

Объект исследования – ячмень (*Hordeum vulgare* L.) сорта Зазерский 85. Растения выращивали в условиях теплицы в сосудах, содержащих 4,5 кг воздушно-сухой дерново-подзолистой супесчаной почвы. В каждом сосуде выращивалось по 13 растений, повторность трехкратная (по 3 сосуда в каждом варианте). Объем выборки – 39 растений. Агрохимические свойства почвы, определенные общепринятыми способами, составили: pH_{KCl} $5,00 \pm 0,01$; гумус $1,42 \pm 0,01$ %; обменный K_2O и подвижный P_2O_5 $8,52 \pm 0,4$ и $48,5 \pm 1,0$ мг/100 г, соответственно. Перед посевом в почву вносили питательные элементы из расчета N_{200} , P_{100} и K_{100} мг/кг почвы по действующему веществу в виде водных растворов солей. В качестве источника УФ-А излучения использовались лампы Black Light BLUE фирмы Philips, для области УФ-В применяли

лампы ЛЭР-40 фирмы ОАО «Лисма-ВНИИИС» им. А.Н. Лодыгина, г. Саранск. В спектре лампы ЛЭР-40 помимо УФ-В радиации, присутствует значительная часть излучения области УФ-А. Спектры ламп и мощность облучения определяли с помощью спектрофотометра AvaSpec 2048 и программного обеспечения AvaSoft 6.2.

Хроническое облучение растений проводили от всходов до восковой спелости по 5 часов в сутки с 10⁰⁰ до 15⁰⁰ час. Контролем служили необлученные растения, отделенные от облучателя перегородкой из поликарбоната, не пропускающего весь УФ спектр.

Для изучения устойчивости ячменя к УФ излучению при максимальном истощении озонового слоя моделировались высокие уровни УФ-В облучения, вызывающие гибель растений (суточная доза 18 кДж/м²), и ее половинная доза (9 кДж/м²). Суточные дозы УФ-А облучения (72 и 36 кДж/м²) выбирались пропорционально дозам УФ-В излучения, а также их сочетанное действие.

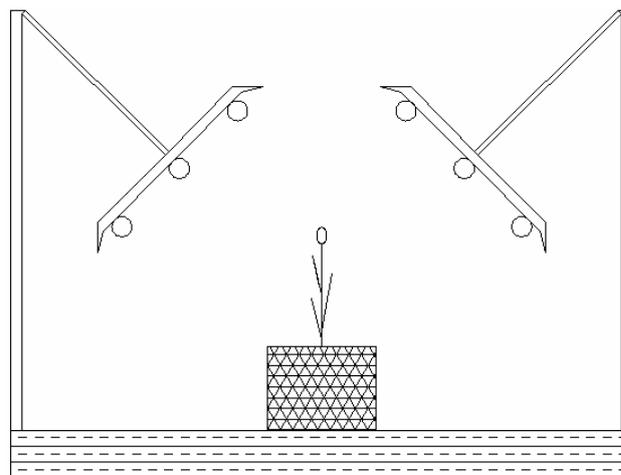


Рис. 1. Схема расположения светильников для облучения растений

Таблица 1 – Схема опыта хронического УФ облучения растений: в числителе – мощность (Вт/м²), в знаменателе – суточная доза (кДж/м²)

Вариант облучения	Black Light	ЛЭР-40	
	УФ-А	УФ-А	УФ-В
1	2/36	–	–
2	4/72	–	–
3	–	0,5/9	0,5/9
4	–	1/18	1/18
5	2/36	0,5/9	0,5/9
6	4/72	1/18	1/18



Для обеспечения равномерного облучения растений была применена оригинальная схема расположения светильников, представленная на рисунке 1.

Данное расположение светильников позволяет мощности излучения оставаться практически постоянной от верхней плоскости сосуда нормально вверх на высоту 40 см и осуществлять равномерное с двух сторон облучение растений. После того, как растения вырастали на 40 см, светильники поднимались однократно за эксперимент на 40 см соответственно. Через 20 суток от посева – на 34-м этапе органогенеза растений по [10] определяли ростовые (высота растений, площадь листьев) и биохимические показатели. Площадь листьев определяли методом высечек [11]. Спектрофотометрическим методом на приборе UNICO-1200 (Санкт-

Петербург, РФ) в листовой меристеме определяли содержание фотосинтетических пигментов после экстракции 96%-м этанолом по [12], интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) по методике [13] и накопление флавоноидов по методу [14] в трехкратной аналитической повторности. В конце вегетации проводили оценку урожая. Достоверность различий вариантов опыта устанавливали по t-критерию Стьюдента. В таблицах представлены средние значения и ошибка средней $X \pm m$.

Результаты исследований

Анализ ростовых показателей 20-суточных растений ячменя показал, что УФ-А облучение в дозе 36 кДж/м² (1-й вариант) приводило к достоверному увеличению высоты и площади листьев в среднем на 9,5% (табл. 2).



Рис. 2. Состояние растений ячменя на 34-м этапе органогенеза (фаза выхода в трубку) после УФ облучения. Слева направо варианты: контроль, 1, 2, 5, 6, 3, 4

Таблица 2 – Влияние хронического УФ облучения на морфофизиологические показатели растений ячменя на 34-м этапе органогенеза

Вариант	Высота растения		Площадь листьев главного стебля	
	см	% к контролю	см ²	% к контролю
Контроль	62,1±0,8	100	88,4±2,4	100
1	67,1±0,9***	108,2±2,1***	98,1±3,7*	110,9±5,1*
2	64,3±1,6	103,7±2,9	81,3±4,5	92,0±5,6
3	39,0±2,6***	62,9±4,2***	25,0±3,5***	28,3±4,0***
5	54,6±2,00***	88,0±3,4***	38,3±4,9***	43,3±5,6***

Здесь и далее: различия с контролем достоверны при: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

С увеличением дозы УФ-А облучения до 72 кДж/м² положительный эффект ослабевал. При совместном действии УФ (А+В) излучения суточной дозой 36 кДж/м² (вариант 3) высота растений и площадь листьев существенно снижались, соответственно на 37 и 72% ($p < 0,001$). Повышение дозы УФ-А облучения до 45 кДж/м² с одновременным действием УФ-В излучения при дозе 9 кДж/м² (5-й вариант) приводило к снижению высоты растений и площади листьев, соответственно на 12 и 57% по сравнению с контролем (табл. 2). Следовательно, увеличение интенсивности УФ-А спектра смягчало негативный эффект УФ-В излучения. В 4-м варианте при действии УФ-В излучения в максимальной дозе – 18 кДж/м² в присутствии УФ-А спектра в такой же дозе, а также при совместном их действии в суточной дозе 108 кДж/м² (6-й вариант) наблюдалась гибель растений в фазе выхода в трубку (на 34-м этапе органогенеза). В 3-м варианте растения погибли несколько позднее – через две недели (рис. 2).

Оценка влияния УФ-А на содержание фотосинтетических пигментов в листьях показала, что УФ-А воздействие вызвало дозозависимое их снижение с увеличением мощности облучения, а наибольшее угнетение – в среднем на 44% отмечено при УФ-В облучении в дозе 9 кДж/м² (3 вариант) (табл. 3).

В случае совместного действия УФ (А+В) излучения при суточной дозе 54 кДж/м², из которых 45 кДж/м² составляет УФ-А спектр (вариант 5), выявлено снижение пигментов в среднем на 22% ($p < 0,01$) (табл. 3). Важно отметить, что УФ-А облучение частично нивелирует негативное влияние УФ-В излучения на содержание фотосинтетических пигментов, по-видимому, посредством активизации регуляторных механизмов. Подобные эффекты описаны в работах [1, 15]. Имеются данные о «защитном» действии УФ-А

излучения относительно влияния УФ-В спектра при их совместном воздействии [5, 15].

Процессы ПОЛ характеризуют состояние важнейших клеточных структур – биомембран, которые одними из первых испытывают воздействие стрессовых факторов. Установлено, что УФ-А облучение в дозах 36–72 кДж/м² (1–2 варианты) и сочетанное действие УФ (А+В) излучения в суммарной дозе 54 кДж/м² (вариант 5) обусловили существенное снижение содержания МДА, соответственно на 60 и 50% ($p < 0,05$) от контроля (табл. 3). Напротив, воздействие УФ-В излучения в дозе 9 кДж/м² в присутствии УФ-А спектра в аналогичной дозе (3-й вариант) инициировало максимальную активизацию накопления МДА в листьях ячменя – на 62% выше контроля (табл. 3). Следовательно, УФ-В излучение активизирует процесс перекисного окисления липидов. Существует мнение [16], что ультрафиолет, прошедший через эпикутикулярный восковой слой, достигает эпидермального слоя, аккумулирующего большую часть вторичных метаболитов, таких как фенольные смолы и флавоноиды, которые поглощают и экранируют нижележащие ткани от УФ-В излучения [17].

В накоплении флавоноидов отмечена следующая закономерность: УФ-А облучение суточной дозой 72 кДж/м² (2-й вариант) обусловило увеличение накопления флавоноидов на 20% ($p < 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 3). Самое существенное увеличение содержания флавоноидов в 2 раза ($p < 0,01$) выявлено при УФ-В облучении в дозе 9 кДж/м² совместно с УФ-А облучением в таком же режиме облучения (3-й вариант). Аналогичные результаты отмечены при увеличении дозы УФ-А облучения до 45 кДж/м² совместно с УФ-В облучением дозой 9 кДж/м² (5-й вариант) (табл. 3). Полученные данные согласуются с мнением [17]

Таблица 3 – Изменение биохимических показателей растений ячменя на 34-м этапе органогенеза после УФ облучения

Вариант	Хлорофилл А, мг/100 г	Хлорофилл В, мг/100 г	Каротиноиды, мг/100 г	Флавоноиды, мг/100 г	МДА, нмоль/г
Контроль	34,46±0,68	13,50±0,46	6,82±0,17	288,1±13,3	23,8±3,9
1	30,84±0,13**	11,9±0,12*	6,15±0,07*	280,7±17,6	8,4±1,3*
2	26,17±0,28***	9,98±0,09**	5,74±0,06**	350,9±9,1*	8,6±1,1*
3	17,28±0,25***	7,00±0,28***	4,53±0,11***	591,1±44,2**	38,5±5,7
5	25,41±0,63***	9,86±0,38**	5,86±0,03**	586,8±51,6*	11,8±0,2*



о том, что значительное увеличение содержания флавоноидов при УФ облучении с одновременным снижением содержания МДА в растениях может быть связано с наличием в этих соединениях многочисленных гидроксильных групп, обладающих восстановительными потенциалами, которые могут эффективно поглощать высокотоксичные активные формы кислорода.

Анализ структуры урожая показал, что УФ-А облучение растений в дозах 36–72 кДж/м² (1–2 варианты) приводило к увеличению высоты в среднем на 13 % (табл. 4). Напротив, воздействие УФ-В излучения в дозе 9 кДж/м² совместно с УФ-А в дозе 45 кДж/м² (5-й вариант) ингибировало рост растений на 39 %.

Во всех вариантах опыта отмечено угнетение основных элементов продуктивности, ответственных за урожай. Так, УФ-А облучение (1–2-й варианты) обусловило снижение числа стеблей с продуктивным колосом в среднем на 32%. Совместное УФ (А+В) излучение (5-й вариант) усилило негативный эффект до 52 % ($p < 0,001$) (табл. 4). Особенно негативно хроническое УФ облучение отразилось на формировании зерновок. При УФ-А облучении в суточных дозах 36–72 кДж/м² отмечено снижение числа зерен в колосе главного стебля в среднем на 21 %, а в колосках боковых побегов – соответственно на 67 и на 91 % ($p < 0,001$). Воздействие УФ-В излучения в дозе 9 кДж/м² совместно с УФ-А спектром при дозе 45 кДж/м² (5-й вариант) обусловило уменьшение озерненности колоса глав-

ного стебля и числа зерновок с колосьев боковых побегов соответственно на 58 и 82 % ($p < 0,001$). Аналогично снижались и другие показатели урожайности. Применение УФ-А облучения в суточных дозах 36 и 72 кДж/м² вызывало негативный эффект по массе зерна с колоса главного стебля, составивший соответственно 20 и 49 %, по массе 1000 зерен – 32 и 9 %, соответственно. При совместном действии УФ-В излучения в дозе 9 кДж/м² и УФ-А спектра суточной экспозицией 45 кДж/м² (5-й вариант) потери урожая зерна и массы 1000 зерен были выше и составили соответственно 71 и 57 % ($p < 0,001$) от контроля. Снижение озерненности и колоса при высоких дозах УФ излучения, по мнению [7], связано с повреждением пыльцы, а уменьшение полновесности зерна, по-видимому, обусловлено недостаточным притоком в зерно ассимилятов [8].

Таким образом, в ходе проведенных в условиях вегетационного эксперимента исследований установлено, что с увеличением дозы как УФ-А, так и УФ-В излучения наблюдаются негативные эффекты физиологического состояния растений: угнетение роста, дозозависимое уменьшение уровня пигментов. Особенно негативно сказалось хроническое УФ облучение на зерновой продуктивности: потери урожая зерна с растения составили более 60 %, обусловленные как уменьшением количества зерен в колосе, так и массой 1000 зерен. Присутствие УФ-В излучения на фоне повышенного уровня УФ-А спектра увеличивает активность

Таблица 4 – Структура урожая зерна ячменя после хронического УФ облучения

Показатель	Размерность	Варианты			
		контроль	1	2	5
Высота растения	см	56,1±1,1	64,1±1,3***	62,7±1,4***	34,4±3,3***
	% к контролю	100	114,4±3,3***	111,8±3,4***	61,3±6,0***
Число продуктивных стеблей с колосом	шт.	1,71±0,08	1,26±0,06***	1,08±0,04***	0,82±0,10***
	% к контролю	100	73,6±5,0***	63,2±3,7***	48,1±6,0***
Число зерен в колосе главного стебля	шт.	21,6±0,4	18,9±0,5***	15,1±0,8***	9,1±1,0***
	% к контролю	100	87,5±2,8***	70,0±3,7***	42,2±4,9***
Число зерен в колосе бокового стебля	шт.	8,1±1,1	2,7±1,1***	0,7±1,2***	1,4±1,1***
	% к контролю	100	32,9±14,7***	9,0±14,5***	17,7±13,8***
Масса зерна с колоса главного стебля	г	1,08±0,02	0,86±0,03***	0,54±0,03***	0,32±0,04***
	% к контролю	100	79,7±3,0***	50,5±2,8***	29,4±3,6***
Масса зерна с колоса бокового стебля	г	0,32±0,03	0,09±0,04***	0,02±0,03***	0,04±0,04***
	% к контролю	100	26,9±13,0***	5,2±4,2***	13,3±11,4***
Масса 1000 зерен	г	48,5±1,1	32,9±1,4***	44,4±1,1**	20,7±2,2***
	% к контролю	100	67,7±3,2***	91,5±3,0**	42,7±4,6***

перекисного окисления липидов на 60%, а также уровень флавоноидов в два раза от контроля. Установлено, что УФ-В излучение, обладающая высокоэнергетичными фотонами, оказывает негативное воздействие на растения на порядок существеннее, чем УФ-А излучение. Суточная доза УФ-В облучения 18 кДж/м² оказалась летальной для ячменя. Полученные эффекты, по мнению [8], связаны с различиями спектральных характеристик поглощенной и отраженной от поверхности листьев растений УФ радиации в диапазоне длин волн от 280 до 400 нм, а также в отличиях механизмов формирования компонентов антиоксидантной защиты [17].

Список литературы

1. Соловченко А. Е., Мезляк М. Н. Экранирование видимого и УФ излучения как механизмы фотозащиты у растений // Физиология растений. 2008. Т. 55. № 6. С. 803–822.
2. Тертышная Ю. В., Левина Н. С. Влияние спектрального состава света на развитие сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 5. С. 24–29.
3. Terrestrial ecosystems increased solar radiation and interactions with other climatic factor / M. M. Caldwell [et al.] // Photochem. Photobiol. Sci. 2003. Vol. 2. P. 29–38.
4. Действие ультрафиолетового излучения на растения ячменя / П. Н. Цыгвинцев [и др.] // Актуальные вопросы сельскохозяйственной радиобиологии : тр. ФГБНУ ВНИИРАЭ / под ред. проф. С. А. Гераськина. Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ. 2019. Вып. 2. С. 57–75.
5. Flint S. D., Caldwell M. M. A biological weighting functions for ozone depletion research with higher plants // Physiol Plant. 2003. Vol. 117. P. 137–144.
6. Strzhizhovskii A. D. Plant Reaction To Elevated Ultraviolet Irradiation: Potential Impacts Of Stratospheric Ozone Depletion // Radiation biology. Radioecology. 1999. Vol. 39. № 6. P. 683–692.
7. Кравец Е. А., Гродзинский Д. М., Гуца Н. И. Влияние УФ-В облучения на репродуктивную функцию растений *Hordeum vulgare* L. // Цитология и генетика 2008. Т. 42. № 5. С. 9–15.
8. Шульгин И. А., Тарасова Л. Л. Первый критический радиационно-термический период в онтогенезе яровых злаков и его адаптационно-продукционная роль // Материалы Междунар. конф. «Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата». СПб., 2012. С. 149–152.
9. Цыгвинцев П. Н., Гончарова Л. И., Крюков А. Е. Влияние предпосевного УФ облучения на морфофизиологические показатели проростков ячменя // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 42–44.
10. Zadoks, J., Chang T., Konzak C. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed research. 1974. Vol. 14. P. 415–421.
11. Довнар В. С. К методике измерения площади листьев у злаковых культур // Сельскохозяйственная биология. 1979. Т. 14. № 2. С. 235–237.
12. Практикум по физиологии растений / под ред. Н. Н. Третьякова. М. : Агропромиздат, 1990. С. 130–133.
13. Heath R. L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Archives of Biochemistry and Biophysics. 1968. Vol. 125. № 1. P. 189–198.
14. Tevini M., Iwanzik W., Thoma U. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants // Planta. 1981. Vol. 153. P. 388–394.
15. Protective effect of UV-A radiation during acclimation of the photosynthetic apparatus to UV-B treatment / M. Štroch [et al.] // Plant Physiology and Biochemistry. 2015. Vol. 96. P. 90–96.
16. Zipoly G. Effects of UV radiation on plants. Institute of Biometeorology. National Research Council of Italy. Lecture at the COST 726. Training School. Wien. October 10. 2008.
17. Загоскина, Н. В. Фенольные соединения и их участие в защите растений от стрессовых воздействий. Фенольные соединения: функциональная роль в растениях // Сборник науч. ст. по матер. X Междунар. симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты» (Москва, 14–19 мая 2018 г.) / отв. ред. Н. В. Загоскина. М. : ИФР РАН, 2018. С. 150–153.

Гончарова Любовь Ивановна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии».

E-mail: goncharovali70@yandex.ru.



Цыгвинцев Павел Николаевич, ведущий научный сотрудник, и. о. зав. лабораторией, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии».
E-mail: rirae70@gmail.com.

Гусева Оксана Александровна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии».
E-mail: rirae70@gmail.com.

* * *

УДК 631.417.2(470.55)

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА, В ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. С. Зыбалов, Ю. Н. Денисов

Представлен анализ содержания гумуса в основных типах почв Челябинской области. Рассматриваются причины дегумификации почв северной лесостепи области. Приводятся материалы исследований почв по содержанию гумуса на примере хозяйств Еткульского района. Рассчитан баланс гумуса по районам северной лесостепи. Отмечается, что в результате высокой антропогенной нагрузки, недостаточного внесения органических удобрений, нарушения агротехнологий наблюдается снижение гумуса во всех почвах, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, слабой их устойчивости противостоять техногенным процессам. Для увеличения органического вещества в почвах необходимо не только увеличить внесение органических удобрений, но и предусмотреть другие источники его поступления за счет соломы, посева многолетних трав, сидератов и поликультур.

Ключевые слова: гумус, плодородие, дегумификация, деградация, почвы.

В последние годы переход на современные системы земледелия ориентирует его развитие на энергосбережение, экологическую безопасность и рентабельность. При этом важнейшим условием повышения урожайности сельскохозяйственных культур является сохранение и воспроизводство почвенного плодородия. Учитывая то, что во многих регионах России, в т.ч. Южного Урала, проявляется неблагоприятная тенденция в изменении старопахотных почв, уровень эксплуатации их таков, что не допускает потенциального снижения плодородия. Задача первостепенной важности – обеспечить положительный баланс гумуса и элементов минерального питания в почвах Челябинской об-

ласти. В настоящее время управление плодородием почв должно проводиться на качественно новой основе, учитывая, что урожайность сельскохозяйственных культур является следствием реализации части эффективного плодородия. Проблема органического вещества почв занимает одно из основных положений в повышении плодородия почв Челябинской области, что обусловлено его многофункциональной ролью и сложным генезисом. Органическое вещество почв объединяет всю совокупность органических соединений и органических материалов растительного, животного и бактериального происхождения. Понятие «гумус» включает совокупность всех органических соедине-



ний в почвенном профиле, утратившем связь с элементами структурной организации клеток и тканей в процессе гумификации [1].

В Челябинской области основную долю пахотных почв составляют черноземы, они обладают высоким потенциальным плодородием и при правильном их использовании способны обеспечивать высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур. Процессы почвообразования по агрозонам области проходят в основном при оптимальных условиях, которые создают предпосылки к созданию гуматного типа гумуса с высоким содержанием гуминовых кислот [2]. Содержание гумуса влияет на основные свойства почв – их плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Между тем, проблема органического вещества почв в настоящее время приобретает актуальное значение в связи с усилением антропогенной нагрузки на почвы, происходящими повсеместно процессами их дегумификации [3]. Дегумификация почв как один из видов деградации сопровождается уменьшением мощности гумусового горизонта, антропогенным переуплотнением, нарушением структуры и загрязнением различными токсическими веществами. При снижении гумуса сложно внедрять в хозяйствах области инновационные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. К основным причинам дегумификации почв в Челябинской области можно отнести следующее:

- недостаточное внесение органических удобрений;
- незначительное поступление органических остатков растений после уборки урожая, особенно в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах;
- низкая доля в структуре посевных площадей поликультур, сидератов, промежуточных посевов;
- потери гумуса при водной и ветровой эрозии почв;
- загрязнение почв тяжелыми металлами и другими токсическими веществами;
- высокая дегумификация почв на паровых полях, особенно при нарушении технологии их обработки;
- отчуждение гумуса пахотного слоя при проведении сельскохозяйственных работ и уборки урожая.

Для почв Южного Урала, от природы имеющих относительно укороченную мощность

почвенного профиля, дегумификация представляет серьезную агроэкологическую угрозу. В связи с этим особое значение имеет оценка и исследование состояния почв по содержанию и накоплению гумуса, разработка методов поступления лабильного органического вещества за счет корневых и пожнивных остатков, соломы, посева сидератов, поликультур, промежуточных посевов, а также более эффективного использования местных органических удобрений. Решение данной проблемы позволит более успешно внедрять инновационные технологии в земледелии, получать более стабильные урожаи сельскохозяйственных культур.

Объект и методика исследований

Объектом исследования являлись почвы северной лесостепной зоны Челябинской области.

Почвенный покров территории северной лесостепи Челябинской области определяется развитием дернового, солончаково-солонцового и подзолистого процессов почвообразования, поэтому для этих агроландшафтов характерно разнообразие почв.

Климат, почвообразующие породы и растительность лесостепного Зауралья благоприятствовали формированию почв черноземного типа, в составе которых черноземы выщелоченные являются господствующими. Они занимают 56,1–59,9% площади пахотных земель и 34,6–45,9% сенокосов и пастбищ.

Лесостепная зона охватывает северо-восточные и центральные районы Челябинской области. На этой территории формируются черноземы обыкновенные и выщелоченные, с высоким содержанием гумуса (6–9%) и достаточно мощным почвенным слоем (30–60 см).

Черноземы выщелоченные имеют наибольшую ценность для сельского хозяйства. Широко используются в сельском хозяйстве для производства сельскохозяйственных культур.

Черноземы выщелоченные – лучшие пахотные земли не только подзоны, но и области. Реакция почвенного раствора их слабокислая или близкая к нейтральной, наиболее благоприятна для возделывания любых сельскохозяйственных культур. Однако содержание доступного растениям фосфора в черноземах выщелоченных бывает, как правило, недостаточным для получения высоких урожаев.

Обеспеченность растений азотом зависит от процессов минерализации и нитрификации

азотистых соединений почв. На парах они активны, поэтому в почве накапливается много доступного растениям минерального, преимущественно нитратного азота. После других предшественников к посеву сельскохозяйственных культур запас этого элемента в черноземах выщелоченных бывает недостаточным.

Калием черноземы выщелоченные в большинстве случаев обеспечены в полной потребности растений и гарантируют урожайность зерновых 22–25 ц/га.

Черноземы выщелоченные характеризуются достаточно высоким содержанием пылеватой и илистой фракции, то есть частиц размером 0,01–0,001 мм и менее 0,001 мм. Они имеют преимущественно мелкопылевато-иловатый и иловато-пылеватый тяжелосуглинистый, реже среднесуглинистый и легкосуглинистый состав, но встречаются разновидности иного гранулометрического состава [4].

Выщелоченные и обыкновенные черноземы на большей части пахотных земель Челябинской области имеют суглинистый и глинистый гранулометрический состав.

Лучшими физическими, физико-механическими свойствами обладает суглинистая почва, хотя оптимальный гранулометрический состав для различных сельскохозяйственных культур исходя из агроэкологической оценки может быть различен.

Отбор проб почвы проводился в соответствии с требованиями к отбору проб почв, изложенными в ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89, ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82), а также «Методических указаниях по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий» и «Методических указаниях по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений».

Отбор смешанных образцов почв осуществляли методом маршрутных ходов. Такой метод является производительным и достаточно точным.

Отбор смешанных образцов производили по элементарным участкам. Предварительно на картографическую основу (план внутрихозяйственного землеустройства, который включает в себя землеустроительные и почвенные карты хозяйства с нанесенными на них границами контуров типов, подтипов почв и их гранулометрического состава) наносится сетка элементарных участков, каждый из которых

имеет форму квадрата или прямоугольника, с соотношением сторон не более 2:1 и порядковый номер. Размер элементарного участка составил в среднем 13 га.

Маршрутный ход прокладывался через середину каждого элементарного участка вдоль удлиненной стороны. С элементарного участка получали один смешанный образец, состоящий из индивидуальных проб, равномерно отбираемых по маршрутному ходу (40 проб с одного участка). На пахотных почвах индивидуальные пробы отбирали на глубину пахотного слоя, на сенокосах и пастбищах – на глубину гумусового горизонта, но не глубже 10 см.

Кроме объединенных почвенных проб отбирали индивидуальные пробы из прикопок, послойно с двух горизонтов (в слое 0–20 и 20–40 см). Частота закладки прикопок – одна на 25–30 га.

Образцы почв отбирались Федеральным государственным бюджетным учреждением «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский», при температуре воздуха 25–30 °С.

Всего было отобрано 220 объединенных почвенных проб с 9 полей, среди которых: пашня (2321 га), пастбища (30 га), улучшенные сенокосы (80 га).

Агрохимический анализ образцов почв проводился в лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский».

Определение гумуса проводилось по методикам, представленным в ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества».

В работе использовались приборы, такие как: анализатор АН-7529 (рис. 1), измеряющий методом кулонометрического титрования количество электричества, необходимого для нейтрализации кислоты, образующейся при поглощении углекислого газа специальным раствором в электролитической ячейке.

Результаты исследований

Анализ содержания гумуса в почвах северной лесостепной зоны

В состав северной лесостепной зоны Челябинской области входят Аргаяшский, Еткульский, Красноармейский, Кунашакский, Соснов-



ский, Уйский, Чебаркульский муниципальные районы.

В таблице 1 показана общая структура земель Челябинской области, отдельно выделена характеристика по основным типам почв северной лесостепной зоны Челябинской области.

Наибольшую площадь на территории северной лесостепной зоны занимают черноземы выщелоченные (52%) и серые лесные почвы (22%). Остальные 26% почв северной лесостепной зоны занимают черноземы обыкновенные (11%), солонцы (4%), неполноразвитые черноземы (1%) и прочие почвы (10%) [5].

Одним из основных показателей почвенного плодородия является содержание гумуса. На рисунке 2 показано общее содержание гумуса в пахотных почвах Челябинской области в 2019 году. Содержание гумуса в пахотных почвах, равное 10% и более, является очень высоким; от 6,1 до 8% – почвы с повышенным содержанием гу-

муса; от 4,1 до 6,0 – среднее содержание гумуса; от 2,1 до 4,0 – низкое содержание гумуса; от 2,0 и ниже – очень низкое содержание гумуса.

Согласно этим данным, пахотные почвы со средним содержанием гумуса составляют 46% от общей величины, 30% пахотных почв с низким содержанием гумуса, 20% пахотных почв с повышенным содержанием гумуса, 3% с очень низким и 1% с очень высоким содержанием гумуса в пахотных почвах [6].

Исследование почв области выявило, что максимальные потери гумуса в условиях лесостепной зоны составляют 1,07 т/га ежегодно. Объясняется это прежде всего тем, что после распашки целинных почв при отрицательном балансе поступления органического вещества в агроценозах активизировались процессы минерализации гумуса, резко усилилась водная и ветровая эрозия, идет один из важнейших процессов деградации почв – дегумификация.

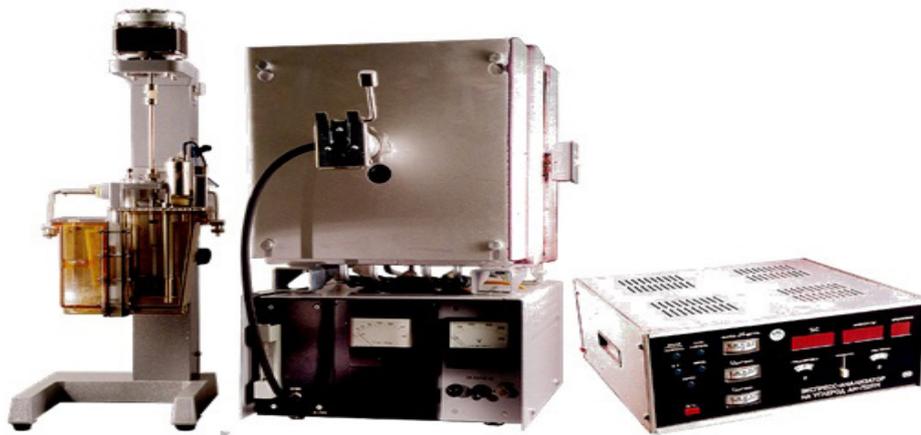


Рис. 1. Анализатор АН-7529

Таблица 1 – Основные типы почв области, в том числе северная лесостепь, тыс. га

Наименование групп почв	Общая площадь, в том числе			Северная лесостепь	% (сев. лес.)
	Всего	сельхозугодья	пашня		
Серые лесные	400,6	226,9	166,7	160,0	22
Черноземы выщелоченные	1713,6	1429,4	1094,5	380,9	52
Черноземы обыкновенные	11109,3	1335,3	1033,2	79,7	11
Черноземы южные	138,0	137,8	112,2	–	–
Неполноразвитые черноземы	283,8	223,2	45,5	8,7	1
Солонцы	542,9	477,4	243,8	28,1	4
Горные серные лесные почвы	136,5	88,5	54,3	–	–
Горные черноземы	19,6	15,0	12,1	–	–
Прочие почвы	11098,4	1034,3	320,4	78,0	10
Всего по области	8852,9	5008,3	3082,7	735,4	100

Высокий вынос элементов питания из почвы с урожаем требует, с одной стороны, их возврата в почву, а с другой – сохранение и восполнение природных запасов гумуса. Интенсивные, глубокие и частые механические обработки почвы, создающие сильно аэрируемый, продуваемый слой, активизируют разложение и минерализацию органического вещества. Вынос из почвы с урожаем любого количества азота соответствует 20-кратной потере гумуса.

В таблице 2 показано содержание гумуса для почв различных агроклиматических зон Челябинской области на пашне и на целине.

Содержание гумуса в слое 0–20 см в черноземных почвах ниже целины в горно-лесной зоне на 1,5%, в лесостепной и степной зонах – на 0,8%. Содержание гумуса в почвах на целине повсеместно больше, чем в почвах на пашне. Так, в горных лесных почвах и в горных

черноземах содержание гумуса на пашне равно $5,66 \pm 0,49\%$, а на целине – $7,19 \pm 0,61\%$.

Среднегодовые потери гумуса после распашки наибольшие в зоне черноземов обыкновенных, черноземов карбонатных и солонцов, что равно 1,07 т/га, а наименьшие потери гумуса в зоне черноземов выщелоченных, черноземов обыкновенных и солонцов – 0,06. Соотношение запаса гумуса на пашне относительно целины можно увидеть на рисунке 3.

Наблюдается повсеместное преобладание запасов гумуса в целинных аналогах над почвами на пашне. Запасы гумуса в горной лесной зоне на пашне равны 130,2 т/га, а на целине – 155,3 т/га; в северной лесостепной зоне на пашне – 129,5, на целине – 144,0; в степной зоне на пашне – 155,5, на целине – 168,6; в южной лесостепной зоне на пашне – 108,3, на целине – 136,3 [7].

Исследованиями, проведенными Ю.Д. Кушниренко, установлено наибольшее содержание



Рис. 2. Содержание гумуса в пахотных почвах Челябинской области (2019 г.)

Таблица 2 – Содержание гумуса в слое 0–20 см целинных и пахотных почв различных зон Челябинской области

Преобладающие почвы	Содержание гумуса, %		Запас гумуса, т/га		Среднегодовые потери гумуса после распашки, т/га
	Пашня	Целина	Пашня	Целина	
Горные серые лесные, горные черноземы	$5,66 \pm 0,49$	$7,19 \pm 0,61$	130,2	155,3	0,24
Черноземы выщелоченные, серые лесные	$6,11 \pm 0,52$	$7,05 \pm 0,65$	129,5	144,0	0,20
Черноземы выщелоченные, черноземы обыкновенные, солонцы	$6,59 \pm 0,08$	$8,03 \pm 0,30$	155,5	168,6	0,06
Черноземы обыкновенные, черноземы карбонатные, солонцы	$4,59 \pm 0,39$	$6,49 \pm 0,33$	108,3	136,3	1,07



гумуса в выщелоченном среднемощном черноземе в Уйском районе: на целине $11,55 \pm 0,358\%$, на пашне – $6,07 \pm 178\%$. Если учесть, что освоение целины под пашню здесь произошло в 90-е годы прошлого века, то в грубом приближении за 100 лет выщелоченный чернозем на пашне потерял гумуса в горизонте А около 42 т/га при среднегодовом падении запасов около 0,4 т/га [8].

В 2018 году анализ почв, проведенный Федеральным государственным бюджетным учреждением «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский», показал, что содержание гумуса в обследуемых почвах хозяйств Еткульского района, таких как АКХ «Пискловская», ТОО «Каратабанское», АКХ «Селезянская», составил 4,86; 5,56 и 6,4 соответственно (табл. 3).

Среднее содержание гумуса в почве по району составляет 5,61. Для повышения плодородия необходимо содержание гумуса в почве не менее 6%. Наименьший показатель содержания гумуса среди представленных хозяйств у АКХ «Пискловская», что составляет 4,86%, а наибольший показатель у АКХ «Селезянская» – 6,4%, что соответствует необходимому минимуму содержания гумуса для повышения плодородия. В целом низкие показатели гумуса

связаны с ветровой, водной эрозией и недостаточным поступлением органического вещества.

Анализ почв северной лесостепи Челябинской области показал, что на площадь с низким и очень низким содержанием гумуса приходится более 33%, со средними показателями 46%.

Баланс гумуса в почвах северной лесостепи Челябинской области

Ведущим элементарным процессом почвообразования в черноземах является гумусообразование, для которого созданы наиболее оптимальные условия:

- высокое количество ежегодного опада;
- преобладающая часть опада растений (более 60%) поступает в почву в виде корней;
- высокое содержание оснований и азота в составе опада;
- высокое содержание оснований в почвообразующих породах;
- насыщенность почв кальцием и магнием, близкая к нейтральной реакции почвенного раствора;
- умеренная биологическая активность.

Перечисленные условия предполагают гуматный тип гумуса черноземов, сложность гуминовых кислот, преимущественное закрепление их в форме гуматов кальция, пониженное

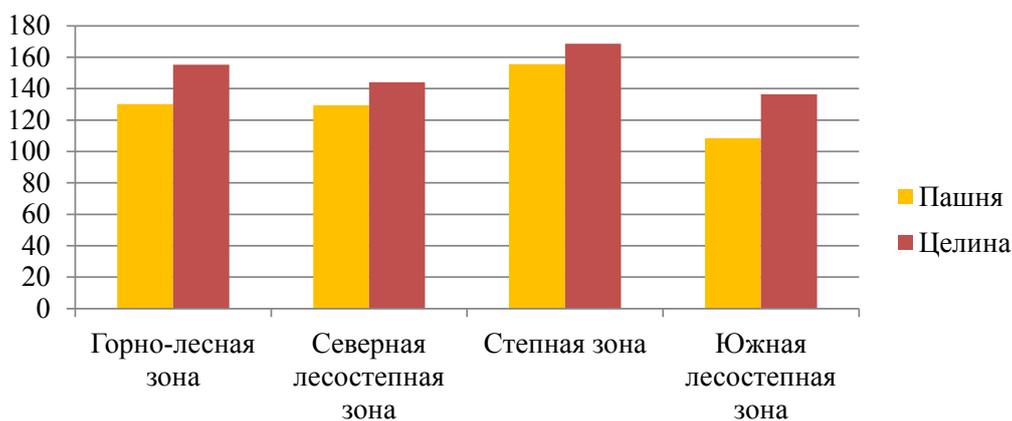


Рис. 3. Соотношение запаса гумуса на пашне относительно целины, т/га

Таблица 3 – Среднее содержание гумуса в пахотных почвах хозяйств Еткульского района

Наименование хозяйств	Площадь, га	Содержание гумуса, %
АКХ «Пискловская»	7434	4,86
ТОО «Каратабанское»	13402	5,56
АКХ «Селезянская»	10970	6,4
Итого по району	31806	5,61

присутствие фульвокислот. Процесс оструктурирования в черноземах протекает при взаимодействии гумусовых кислот с минеральной частью почвы с образованием устойчивых органо-минеральных соединений.

Гумус черноземов характеризуется преобладанием гуминовых кислот над фульвокислотами (Сг.к:Сф.к = 1,5–2). Гуминовые кислоты отличаются высокой степенью конденсированности, а фульвокислоты – почти полным отсутствием в них свободных форм. Важнейшей особенностью агрохимического состава черноземов Челябинской области является высокое содержание в них гумуса – более 6%, или 150 т/га в пахотном слое 0–20 см. Содержание гумуса черноземов постепенно убывает вниз по профилю, что обусловлено характером распределения корневой системы травянистой растительности [9].

Анализ почв северной лесостепной зоны показал, что баланс питательных веществ и гумуса отрицательный. Необходимо отметить,

что потери 1% гумуса означает потерю с одного гектара 20 т гумуса.

Недостаточное внесение удобрений как минеральных, так и органических приводит к отрицательному балансу питательных веществ во всех почвах (табл. 4). Отрицательность баланса связана с тем, что в сравнении с 1990 г. в 2019 г. внесение органических удобрений снизилось в 28 раз, а минеральных удобрений в 32 раза [10].

Ежегодный вынос NPK с урожаем сельскохозяйственных культур увеличивается, без достаточного поступления, отрицательный баланс питательных веществ также увеличивается.

На рисунке 3 наглядно видно, что с каждым годом показатель баланса питательных веществ увеличивается. В 2015 году этот показатель равен -63,8 тыс. тонн д. в., в 2016 году – -112,8, в 2017 – -113,5, в 2018 – -131,3, в 2019 – -141,1.

Расчет баланса по содержанию питательных веществ в почвах северной лесостепной зоны представлен в таблице 5.

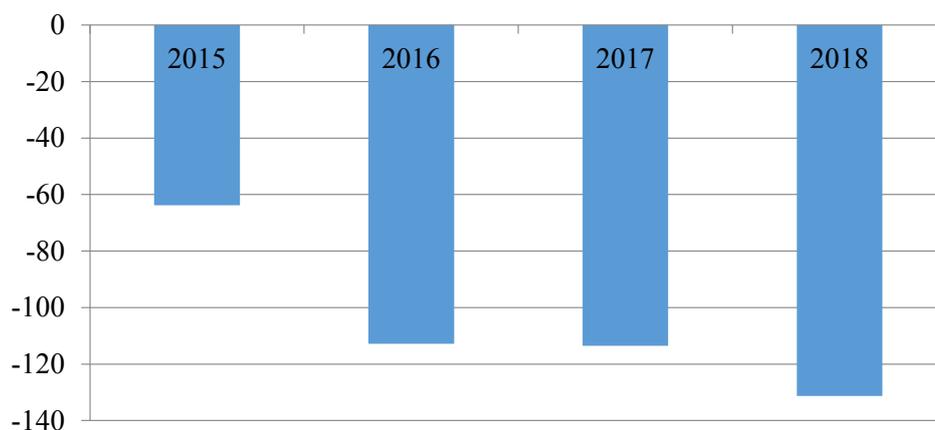


Рис. 4. Баланс питательных веществ, тыс. тонн д. в.

Таблица 4 – Баланс питательных веществ и гумуса в почвах Челябинской области

Показатель	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Внесено NPK, тыс. т:						
с минеральными удобрениями	4,5	5,1	6,9	11,3	8,5	11,8
с органическими удобрениями	9,4	15,3	25,8	9,6	12,7	9,4
возврат питательных веществ с соломой и растительными остатками	19,6	29,4	32,3	39,6	32,9	34,5
Итого внесено NPK, тыс. т д. в.	33,5	49,8	65,0	60,5	56,9	55,7
Вынос NPK с урожаем с.-х. культур, тыс. т д. в.	97,3	162,2	178,5	191,7	173,2	178,4
Баланс питательных веществ:						
– тыс. т д. в.	-63,8	-112,8	-113,5	-131,3	-119,1	-122,7
– кг/га посевной площади с.-х. культур	-32,2	-61,5	-61,3	-69,0	-60,8	-63,2



Таблица 5 – Баланс питательных веществ в почвах северной лесостепной зоны Челябинской области

№ п/п	Район	Посевная площадь, га	Вынос NPK с.-х. культурами	Баланс	
				± тонн д.в.	кг/га посевной площади
1	Аргаяшский	28816	2795	-1633	-57
2	Еткульский	58360	6887	-3783	-65
3	Красноармейский	28818	2441	-1564	-54
4	Кунашакский	22019	2271	-1615	-73
5	Сосновский	27915	3278	1102	39
6	Уйский	75765	9357	-6513	-86
7	Чебаркульский	66549	7650	-3836	-57

Согласно исследованию, в 2018–2019 годах в почвах районов северной лесостепной зоны наблюдается отрицательный баланс питательных веществ, в том числе и гумуса. Так, в Аргаяшском (-1633; -57), Еткульском (-3783; -65), Красноармейском (-1564; -54), Кунашакском (-1615; -73), Уйском (-6513; -86), Чебаркульском (-3836; -57) районах наблюдается отрицательный баланс питательных веществ. Это, прежде всего, связано с деградацией почв, а также недостаточным внесением органических и минеральных удобрений.

Дефицит калия в балансовых расчетах не является основанием для увеличения применения калийных удобрений, так как высокие природные запасы обменного калия в почвах сельскохозяйственных угодий Челябинской области гарантируют получение запланированных урожаев без внесения калийных удобрений, за исключением картофеля, кормовых корнеплодов и овощных культур.

Содержание гумуса является главным критерием природного плодородия почвы, а содержание растворимых форм питательных веществ характеризует уровень эффективного плодородия почвы.

Контроль над изменением в динамике содержания в почве гумуса и питательных веществ на основе балансовых расчетов позволяет судить о том, как изменяется естественное и эффективное почвенное плодородие, создать предпосылки для управления почвенным плодородием при внедрении инновационных технологий в агрономии, обеспечить повышение урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, можно сделать следующие **выводы.**

1. Почвы Челябинской области представлены в основном черноземами (63,3%), которые в силу своих физических, химических и биологических свойств имеют высокий потенциал плодородия, однако высокая антропогенная нагрузка на почвы и недостаточное поступление органических веществ не обеспечивают сбалансированных процессов разрушения и восстановления гумуса.

2. Содержание гумуса в пахотных почвах в сравнении с целиной ниже во всех почвенно-климатических зонах Челябинской области.

3. Чистый пар является наиболее уязвимым звеном в отношении сохранения почвы от дегумификации, и чем больше площадь пара в структуре пашни, тем больше требуется органических удобрений для уравнивания приходных и расходных статей гумусового баланса.

4. Для снижения процессов дегумификации в почвах северной лесостепи необходимо не только увеличить внесение органических удобрений, но и увеличить поступление органики за счет соломы, посева сидеральных культур, промежуточных посевов и поликультур.

Список литературы

1. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. М. : МГУ, 1974. 215 с.
2. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области : монография / В. С. Зыбалов [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 265 с.

3. Ганжара Н. Ф. Гумус, свойства почв и урожай // Земледелие. 1989. № 12. С. 23–27.

4. Денисов Ю. Н. Состояние плодородия почв Челябинской области // Агрехимический вестник. 2015. № 2. С. 2–5.

5. Научные основы мониторинга, охраны и рекультивации земель / А. П. Козаченко [и др.]. Челябинск, 2000. 247 с.

6. Зыбалов В. С., Денисов Ю. Н. Содержание гумуса о основных элементов минерального питания в почвах лесостепи Челябинской области // Современные тенденции технологического развития АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2019. С. 55–66.

7. Зыбалов В. С., Козаченко А. П. Возможности экологически ориентированного управления воспроизводством почвенного плодородия в Челябинской области // Международный

сельскохозяйственный журнал. 2002. № 1. С. 35–40.

8. Кушниренко Ю. Д., Слепец О. Ф., Мерш В. В. Влияние природных и техногенных факторов на гумусовое состояние черноземных почв Южного Зауралья // Проблемы регулирования почв и совершенствование систем удобрений в современном земледелии. Миасс, 1997. С. 31–43.

9. Управление плодородием почв Челябинской области : монография / В. С. Зыбалов [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. 193 с.

10. Зыбалов В. С., Денисов Ю. Н. Баланс питательных веществ в почвах Челябинской области // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроэкологии. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 59–67.

Зыбалов Владимир Степанович, д-р с.-х. наук, профессор кафедры «Почвообрабатывающие, посевные машины и земледелие», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: zybalov@mail.ru.

Денисов Юрий Николаевич, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский».

E-mail: aqrohim_74_1@mail.ru.

* * *

УДК 631.416:54-38(470.55)

ОЦЕНКА СОЛЕВОГО СОСТАВА ДЛИТЕЛЬНО ОРОШАЕМЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

А. А. Калганов, Е. Ю. Матвеева, А. Н. Покатилова

Возделывание большинства сельскохозяйственных культур невозможно без применения мелиорации, особенно орошения, так как практически на всех типах почв складывается напряженный водный режим. Применение орошения с целью интенсификации сельскохозяйственного производства оказывает значительное влияние на естественный режим увлажнения и солепереноса в почвах, приводит к неблагоприятным изменениям в направленности процессов почвообразования, вызывающим снижение плодородия почв. Для орошения чаще всего используются водные источники с высокой степенью минерализации, что в свою очередь может привести к процессам засоления, осолонцевания и, как следствие, развитию деградационных процессов. Исследования были проведены на черноземах выщелоченных северной лесостепи Челябинской области, находящихся в условиях длительного орошения. Почвенные образцы были отобраны из пахотного и подпахотного горизонтов. Для изучения солевого состава были определены из анионов – гидрокарбонаты, хлориды, из катионов – кальций и магний. Для определения ионно-солевого режима использовали титриметрический метод. Результаты лабораторных анализов, проведенные в 2010-м и 2018 гг., позволили выявить, что длительное орошение оказывает влияние на ионно-солевой состав чернозема выщелоченного, наблюдается увеличение концентрации гидрокарбонат-ионов и хлорид-ионов в 2018 году по сравнению с 2010 годом. Длительное сельскохозяйственное использование черноземов выщелоченных обуславливает снижение содержания катионов кальция и увеличение содержания магния в почвенно-поглощающем комплексе. Таким образом, чтобы избежать процессов осолонцевания, а в дальнейшем и деградационных процессов данного типа почв, необходимо периодически проводить мониторинг содержания катионов и анионов в почвенно-поглощающем комплексе и контролировать солевой режим.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, катионы, анионы, солевой режим, ирригация.

На черноземных почвах в настоящее время складывается напряженный водный режим для многих сельскохозяйственных культур, даже при применении комплекса передовых агротехнических приемов [1, 2, 3]. В степных и лесостепных районах получение высоких урожаев возможно лишь при регулярном орошении. Для улучшения водного режима черноземов и создания на них массивов с повышенной устойчивой биопродуктивностью все больше применяется орошение с использованием местных вод – речных, подземных, а также пресных и слабоминерализованных озер. Однако практика орошения черноземов показала, что дополнительное увлажнение этих почв без учета их региональных генетиче-

ских и мелиоративных особенностей, применение необоснованных, несоответствующих им режимов орошения приводят к неблагоприятным изменениям в направленности процессов почвообразования, вызывающим снижение плодородия, а нередко и к трансформации их в почвы, непригодные для земледелия [4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13]. Орошение наиболее сильно влияет на изменение почвообразовательных процессов и, следовательно, на свойства черноземов.

Применение орошения с целью интенсификации сельскохозяйственного производства оказывает значительное влияние на естественный режим увлажнения и солепереноса в почвах [4, 9, 10, 14].

Вызванное мелиорацией изменение среды обитания растений необходимо изучать и вести постоянный мониторинг состояния черноземов, находящихся в сельскохозяйственном производстве, особенно в условиях длительного орошения.

Цель работы – дать оценку катионно-анионного состава черноземов выщелоченных, находящихся в условиях длительного орошения.

Методы исследования

Объектом исследований являлась оросительная система, расположенная в Красноармейском районе Челябинской области, представленная черноземом выщелоченным. Орошение участка осуществлялось дождеванием на протяжении всего вегетационного периода, без соблюдения сроков и норм поливов.

Почва для исследований отбиралась в 2010-м и 2018 гг. Отбор почвенных образцов проводили из слоев 0–20 см и 20–40 см. Для характеристики ионно-солевого состава чернозема в почвенных образцах были определены гидрокарбонаты, хлориды, кальций и магний титриметрическим методом.

Результаты исследования

Высокое содержание хлоридов в почвах и их легкодоступность для растений не всегда имеют положительное действие, так как могут оказывать негативное влияние на поступление других важных элементов, а высокие концентрации хлоридов способны вызывать токсическое воздействие на растения. Карбонаты и гидрокарбонаты обуславливают щелочность почв. В условиях щелочной среды в растениях

нарушается обмен веществ, снижается растворимость и доступность фосфатов, соединений железа, меди, марганца, бора и цинка. При щелочной реакции в почвенном растворе появляются токсичные для растений вещества, в частности сода и алюминаты натрия.

Содержание гидрокарбонатов и хлоридов в черноземе выщелоченном представлено в таблице 1.

Исследования, проведенные в 2010 году, выявили, что содержание гидрокарбонатов в черноземе выщелоченном в пахотном слое составляет от 0,42 ммоль/100 г почвы до 0,63 ммоль/100 г почвы, а в подпахотном горизонте несколько увеличилось и колебалось от 0,61 ммоль/100 г почвы до 0,82 ммоль/100 г почвы. Содержание хлоридов составило от 0,28 ммоль/100 г до 0,64 ммоль/100 г почвы в слое 0–20 см. В слое 20–40 см наблюдается незначительное увеличение концентрации хлорид-ионов от 0,45 ммоль/100 г почвы до 0,65 ммоль/100 г почвы. В 2018 году наблюдается незначительное увеличение гидрокарбонатов в обоих слоях по сравнению с данными, полученными в 2010 году. В слое 0–20 см концентрация гидрокарбонатов составила в среднем 0,60 ммоль/100 г почвы, в слое 20–40 см – 0,80 ммоль/100 г почвы. Содержание хлоридов также незначительно увеличилось и составило в среднем в пахотном горизонте 0,52 ммоль/100 г почвы и подпахотном – 0,75 ммоль/100 г почвы. Увеличение анионов в черноземе выщелоченном может быть связано в первую очередь с тем, что орошение данного типа почвы проводится минерализованными водами, а также особенностями почвообразо-

Таблица 1 – Анионный состав чернозема выщелоченного

Поле	Год	Содержание анионов, ммоль/100 г почвы			
		HCO ₃ ²⁻		Cl ⁻	
		0–20	20–40	0–20	20–40
1	2010	0,53±0,14	0,82±0,15	0,64±0,09	0,75±0,15
	2018	0,55±0,13	0,86±0,11	0,68±0,11	0,80±0,04
2	2010	0,54±0,25	0,70±0,15	0,42±0,21	0,60±0,06
	2018	0,58±0,10	0,62±0,10	0,48±0,23	0,74±0,25
3	2010	0,63±0,16	0,82±0,16	0,28±0,05	0,56±0,21
	2018	0,65±0,09	0,91±0,13	0,38±0,12	0,64±0,22
4	2010	0,42±0,13	0,61±0,23	0,46±0,15	0,65±0,10
	2018	0,62±0,24	0,86±0,17	0,54±0,10	0,82±0,19



Таблица 2 – Катионный состав чернозема выщелоченного

Поле	Год	Содержание катионов, ммоль/100 г почвы			
		Ca ²⁺		Mg ²⁺	
		0–20	20–40	0–20	20–40
1	2010	11,76±0,69	19,08±0,52	2,80±0,66	4,57±0,77
	2018	10,10±0,64	17,60±0,57	3,60±0,46	4,92±0,27
2	2010	12,64±0,92	17,54±0,35	4,47±0,23	8,33±0,33
	2018	11,47±1,19	16,18±0,41	4,96±1,02	8,58±0,38
3	2010	12,64±0,35	18,30±0,36	5,01±0,46	4,30±0,55
	2018	10,06±0,28	16,45±0,14	5,44±0,44	4,64±0,67
4	2010	15,30±0,57	17,85±0,29	5,78±0,27	4,63±0,36
	2018	13,08±0,80	15,65±0,40	6,68±0,45	5,14±0,24

вательного процесса и длительными механическими обработками, которые способствовали образованию плужной подошвы.

Состав и количество обменных катионов оказывают влияние на физические и химические свойства почв. Кальций играет большую роль в структурообразовании, является хорошим коагулятором, способствует свертыванию почвенных коллоидов и образованию водопрочных агрегатов. Магний при небольшом содержании (до 15% от суммы поглощенных оснований) не оказывает неблагоприятных действий на свойства почв, но при высоком содержании магния может проявляться процесс осолонцевания. Содержание катионов в черноземе выщелоченном представлено в таблице 2.

В 2010 году содержание катиона кальция в черноземе выщелоченном составило по полям в слое 0–20 см от 11,76 ммоль/100 г почвы до 15,30 ммоль/100 г почвы. С глубиной наблюдается незначительное увеличение данного катиона до 19,08 ммоль/100 г почвы. Содержание магния колеблется в пахотном горизонте от 2,80 до 5,78 ммоль/100 г почвы, в подпахотном наблюдается увеличение концентрации магния от 4,30 до 8,33 ммоль/100 г почвы.

Данные, полученные в 2018 году, показали незначительное снижение концентрации катиона кальция в среднем на 1,90 ммоль/100 г почвы в слое 0–20 см, а в слое 20–40 см на 1,72 ммоль/100 г почвы, тогда как концентрация катиона магния повысилась в среднем на 0,70 ммоль/100 г почвы в слое 0–20 см и на 0,36 ммоль/100 г почвы в слое 20–40 см.

Снижение катиона кальция в черноземе выщелоченном можно объяснить процессами

вымывания в нижележащие слои почвы в условиях длительного орошения и выноса данного элемента с урожаем сельскохозяйственных культур.

Выводы

Длительное орошение чернозема выщелоченного оказывает влияние на катионно-анионный состав, которое проявляется в увеличении содержания анионов (гидрокарбонатов, хлоридов) и катионов магния, в снижении содержания катионов кальция. Поэтому в черноземных почвах наряду с естественными почвообразовательными процессами, такими как гумусо-аккумулятивный и дерновый, набирает обороты процесс осолонцевания. Для контроля и предотвращения негативных процессов, обусловленных длительной ирригацией на черноземных почвах, необходимо следить за минерализацией поливных вод, проводить мелиоративные работы, оптимизировать поливные нормы, использовать органические удобрения.

Список литературы

1. Синявский И. В. Состояние плодородия почв и экологическая устойчивость агроландшафтов Челябинской области // Агропродовольственная политика России. 2015. № 1 (37). С. 2–7.
2. Покатилова А. Н. Влияние длительного орошения на кислотно-основную буферность черноземных почв северной лесостепи Челябинской области // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. трудов. 2007. С. 128–132.

3. Матвеева Е. Ю. Характеристика пахотного, залежного и целинного чернозема выщелоченного Челябинской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. Тюмень, 2009.

4. Синявский И. В. Солевой режим почв лесостепного Зауралья // АПК России. 2016. Т. 75. № 1. С. 186–194.

5. Покатилова А. Н. Влияние антропогенных факторов на кислотно-основную буферность черноземных почв Южного Зауралья // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения : сб. науч. трудов. 2008. С. 214–221.

6. Глухих М. А., Калганов А. А. Динамика плодородия почв Зауралья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 12 (212). С. 4–6.

7. Манторова Г. Ф. Теоретические основы и практические приемы воспроизводства плодородия почв лесостепной зоны Южного Урала : дис. ... д-ра с.-х. наук. Челябинск, 2002.

8. Кобякова Т. И., Уфимцева Л. В. Динамика кислотности черноземных почв северной лесостепи Курганской области // Агротехнический вестник. 2017. №5. С. 34–36.

9. Глухих М. А., Калганов А. А., Калганова Т. С. Динамика емкости катионного об-

мена почв Зауралья // АПК России. 2016. Т. 23. № 5. С. 909–917.

10. Пилипенко В. Н., Яковлева Л. В., Федотова А. В. Современное состояние засоленных почв дельты Волги // Фундаментальные исследования. 2005. № 8. С. 58–60. Режим доступа : <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=6459> (дата обращения: 07.02.2019).

11. Синявский И. В. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур и агрохимических свойств чернозема выщелоченного от баланса азота, фосфора и калия в агроценозе // Челябинскому государственному агроинженерному университету – 70 лет : тез. докл. на XL науч.-техн. конференции. 2001. С. 395–396.

12. Kiryushin V. I. Agroecological classification of lands as a basis for development of agricultural systems // Eurasian Soil Science. 1997. Vol. 30. № 1. P. 67–73.

13. Bruggenwert M. G. M., Bolt G. N., Hiemstra T. Acid-Base System in soil. // Trans. 13 Cong. Int. Soc. Soil. Sci. Hamburg, Aug., 1986, Hamburg, 1987. V. 5. P. 51–58.

14. Savich V. I. Agronomic evaluation of the redox status of soils // Eurasian Soil Science. 2004. Vol. 37. № 6. P. 608–617.

Калганов Антон Александрович, канд. биол. наук, доцент кафедры агротехнологий и экологии, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: kalg@mail.ru.

Матвеева Екатерина Юрьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры агротехнологий и экологии, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ematveeva82@mail.ru.

Покатилова Анна Николаевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агротехнологий и экологии, Институт агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: Pokatilova.Anna2013@yandex.ru.

* * *

УДК 633.11:631.527(470.55)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ

**В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, И. Ю. Кушниренко,
Н. П. Бондаренко, Е. И. Гультияева**

Выращивание яровой мягкой пшеницы на Южном Урале имеет свои экологические особенности, состоящие в высокой зависимости урожая от действия стрессовых факторов, главные из которых – часто возникающие неблагоприятные гидротермические условия, инфекционные болезни растений. Для селекционеров Челябинского НИИ сельского хозяйства приоритетной задачей стало создание сортов с комплексной полевой устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам при сохранении достигнутого на современном этапе уровня потенциальной урожайности. Теоретически обоснована и практической селекцией подтверждена возможность совместить в одном фенотипе выносливость к засухе и избыточному увлажнению за счет умеренной выраженности данных признаков и придания устойчивости к углеводно-белковому истощению семян (УБИС), полеганию, видам ржавчины. На основе мониторинга южно-уральских популяций *Puccinia triticina* Erikss выделены новые эффективные доноры устойчивости, несущие гены *LrSp*, *LrAsp 5*, *Lr 24*. Создана серия сортов (Челяба 75, Одинцовская, Ильменская 2), в геномы которых привнесен ранее не использованный ген устойчивости к бурой ржавчине *LrSp*, интродуцированный от *Aegilops speltoides*. Путем комбинации генов *Lr9 + Lr26 + Lr10* обеспечена надежная защита от бурой ржавчины нового коммерческого сорта Силач. Новые сорта обладают также устойчивостью к стеблевой ржавчине, УБИС, полеганию, проявляют толерантность к экстремальным гидрологическим условиям.

Ключевые слова: пшеница, сорт, бурая ржавчина, *Lr*-гены, стресс, устойчивость, засуха, избыточное увлажнение.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 19-016-00052.

Материалы и методы

Опытное поле ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» расположено в северной лесостепи Челябинской области. Основным методом создания исходного материала является внутривидовая гибридизация с привлечением генетически разнокачественного материала, при этом предпочтение отдается местным реестровым сортам и перспективным селекционным формам, источникам отдельных признаков. При отдаленной гибридизации чаще использовались насыщающие скрещивания. Схема селекции, методика изучения всего имеющегося в питомниках селекционного материала общепринятая для мягкой яровой пшеницы. Закладка конкурсного

сортоиспытания, учеты и наблюдения проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1].

На естественном фоне оценивалось поражение селекционного материала бурой ржавчиной по шкалам E.B. Mains, H.S. Jackson [2], R.F. Peterson, A.B. Cambell, A.E. Hannah [3], стеблевой ржавчиной по методикам, принятым в СИММИТе [4], и в балловом выражении.

Идентификация эффективных *Lr* и *Sr*-генов осуществлялась на основе мониторинга генотипического состава южноуральских популяций возбудителей ржавчины с участием специалистов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений».

Результаты исследований

Производство зерна яровой мягкой пшеницы на Южном Урале, несмотря на высокую потенциальную продуктивность современных сортов, не отличается достаточной стабильностью, сохраняется значительная зависимость урожая от воздействия неблагоприятных внешних условий, в первую очередь гидротермических и связанных с развитием болезней. Для селекционеров Челябинского НИИ сельского хозяйства приоритетной задачей стало создание генотипов пшеницы с комплексной полевой устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам при сохранении достигнутого на современном этапе уровня урожайности.

Основные посеы культуры в регионе сосредоточены в южных лесостепных и степных агроландшафтах с неустойчивым обеспечением влагой и периодическими засухами, являющимися наиболее частыми причинами снижения урожая. Потребность в сортах, способных с меньшими потерями переносить засуху, предопределила одно из важных направлений местной селекции пшеницы. В планах гибридизации традиционно преобладают комбинации скрещиваний с использованием засухоустойчивых родительских форм из Западной Сибири, Поволжья, Казахстана. Успешными результатами селекции на данный признак стали засухоустойчивые сорта Эритроспермум 59, Дуэт, получившие широкое распространение не только в Челябинской области, но и за ее пределами.

Вместе с тем экологические условия Южного Урала характеризуются не только дефицитом влаги, но и нередко избыточным увлажнением, особенно в северных лесостепных агроландшафтах. В Челябинской области сверхоптимальные гидрологические и гидротермические условия проявляются один раз в пять лет в степных районах и один раз в три года в лесостепных. Избыточное количество влаги провоцирует полегание растений, развитие бурой и стеблевой ржавчины, приводит к углеводно-белковому истощению семян. Последнее из названных болезней – сложный по своей этиологии фитопатологический объект, способный снижать в отдельные годы на 30–50% урожайность пшеницы и качество зерна. Первопричиной данного явления служит нарушение водного режима растений пшеницы [5].

Центральной проблемой для селекции следует считать взвешенное разрешение противоречия между толерантностью к засухе и устойчивостью к избыточному увлажнению. Оно представляется возможным без большого ущерба для зерновой продуктивности за счет умеренной выраженности данных селекционных признаков. Многолетние исследования, посвященные экологии пшеницы на Южном Урале, свидетельствуют о том, что при сохранении в сорте некоторой чувствительности к засухе индуцируется неспецифическая устойчивость к ряду вышеперечисленных лимитирующих факторов, проявляющихся при избытке влаги [6].

Примером подобной оптимизации экотипа яровой пшеницы для местных условий является сорт Эритроспермум 59, обладающий уникальным сочетанием признаков достаточной засухоустойчивости и резистентности к избыточному увлажнению. На протяжении длительного периода возделывания в Уральском регионе (более 25 лет) он не потерял своей актуальности благодаря высокому качеству зерна (относится к группе сильных пшениц) и способности противостоять гидротермическим и гидрологическим стрессам. Сорт не полегает даже при урожайности свыше 5 т/га, не подвержен углеводно-белковому истощению семян, сохраняет толерантность к видам ржавчины и умеренную устойчивость к мучнистой росе [7]. Эритроспермум 59 широко используется нами в комбинациях скрещиваний в качестве источника высокой пластичности. С его участием создан перспективный селекционный материал, выведены более современные сорта Дуэт, Челябинская степная, Челябинская юбилейная.

Существенным фактором, дестабилизирующим производство пшеницы на Южном Урале, являются инфекционные болезни, среди которых распространенными и вредоносными являются бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.), стеблевая ржавчина (*P. graminis* f.sp. *tritici* Eriks. et Henn), септориоз листьев (*Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl. = *Septoria nodorum*) и пиренофороз (синоним желтая пятнистость) (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler)). Все более актуальной для региона становится стеблевая ржавчина, многие годы не имевшая здесь заметного развития и значения. Эпифитотии этой болезни в 2015–2017 годы привели к немалым потерям урожая зерна.



Экономически не менее значима бурая ржавчина, вредоносность ее может достигать 37% [8]. Исследованиями, проведенными в Челябинском НИИСХ, было установлено, что интенсивное развитие болезни сопряжено по годам с высокими показателями гидротермических условий периода вегетации до колошения. Данный стресс действует совместно с другими негативными явлениями – с полеганием посевов, углеводно-белковым истощением семян и др. Взаимодействие стрессовых факторов интегрально проявляет себя чаще в лесостепи и в предгорьях региона как экологически избыточное увлажнение пшеницы. По данной причине восприимчивыми сортами имеющийся ресурс влаги используется недостаточно, урожайность пшеницы снижается [8].

Целенаправленная селекция яровой пшеницы на иммунитет к бурой ржавчине в институте имеет многолетнюю историю, создаваемые местные сорта традиционно отличаются резистентностью, выполняя заметную роль в сдерживании развития болезни и увеличении производства зерна на Южном Урале. Важным шагом в селекции на иммунитет к ржавчине стало привлечение доноров с распецифической устойчивостью, в том числе с чужеродной транслокацией генов от диких сородичей пшениц. Результатом стало создание в период 2003–2016 гг. серии сортов – Дуэт, Челябин 2, Памяти Рюба, Челябин юбилейная, Челябин степная, Челябин ранняя, защита которых была обусловлена эффективным на то время геном устойчивости Lr 9 (LrTr), привнесённым от *Aegilops umbellulata*. Данные сорта отличаются качеством зерна, относятся к разным группам скороспелости.

Фитопатологическая ситуация осложнилась к 2015 г.: в связи с изменением вирулентности популяции паразита была утрачена эффективность гена Lr 9, и оказались восприимчивыми ранее устойчивые сорта. Стала очевидной необходимость дальнейшего расширения генотипического разнообразия мягкой пшеницы с более надежной специфической устойчивостью к патогену. В целях идентификации эффективных Lr-генов и прогнозирования микроэволюционных процессов с 2014 г. в институте осуществляется мониторинг генотипического состава южноуральских популяций *Puccinia triticina*, с участием специалистов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» [9]. Установлена

высокая вирулентность уральских популяций *Puccinia triticina* к большинству известных Lr-генов. Вместе с тем, надежную устойчивость здесь могут обеспечивать гены LrSp, LrAsp 5, Lr 24, Lr26 и другие отдельные Lr-гены, а также их сочетание [10]. Полученные данные об особенностях микроэволюционных процессов, структуре местных популяций *Puccinia triticina*, а также представленности Lr-генов в сортах пшеницы служат основанием для рационального использования доноров устойчивости и территориального размещения генетически защищенных сортов.

В современные комбинации скрещиваний нами вовлекаются новые доноры устойчивости, несущие чужеродные гены от *Secale cereale*, *Aegilops speltoides*, *Agropyron elongatum*, *Agropyron intermedium*, *Aegilops tauschii*, *Triticum ventricosum*. Успешным результатом отдаленной гибридизации стало создание нового поколения сортов, в геномы которых привнесён ранее не использованный ген устойчивости к бурой ржавчине LrSp, интродуцированный от дикого предка пшеницы *Aegilops speltoides*. Первый из них – Челябин 75, отличается высокой комплексной устойчивостью к бурой, стеблевой и желтой ржавчинам. Сорт также проявляет засухоустойчивость, по качеству относится к ценным пшеницам, при этом обладает способностью сохранять высокое содержание белка и клейковины при неблагоприятных погодных условиях. Челябин 75 возделывается в Уральском регионе с 2012 г., особенно широкое распространение получил в Челябинской области, здесь он ежегодно высевается на площади около 120 тыс. га, что составляет порядка 25% в структуре посевов реестровых сортов культуры.

В настоящее время государственное сортоиспытание проходят новые сорта яровой пшеницы Ильменская 2, Одинцовская, защищенные геном устойчивости к бурой ржавчине, интродуцированным от *Aegilops speltoides*. Они достаточно продуктивны, проявляют также устойчивость к стеблевой ржавчине, УБИС, к засухе и обладают рядом иных ценных хозяйственно-полезных признаков для успешного возделывания в разных экологических условиях (табл. 1).

Перспективным способом обеспечения резистентности пшениц к южно-уральской популяции *Puccinia triticina* может являться «пирамидирование» генов Lr9 и Lr19 с Lr26 либо в сочетании с другими Lr-генами. Данная

Таблица 1 – Характеристика устойчивости к экстремальным факторам среды сортов яровой пшеницы селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»

Сорт	Год включения в госреестр	Максимальная урожайность, в КСИ за годы испытаний, т/га	Устойчивость к бурой ржавчине, генетический контроль признака	Устойчивость к стеблевой ржавчине	Устойчивость к неблагоприятным гидротермическим условиям, УБИС
Сорта раннеспелого типа созревания					
Челяба ранняя	2016	4,15	восприимчив, гены Lr9, Lr10	восприимчив	устойчив к засухе
Одинцовская	2020*	4,10	высокая, ген LrSp	полевая	устойчив к засухе, избыточному увлажнению, УБИС
Сорта среднераннего типа созревания					
Челяба 2	2005	4,90	восприимчив, ген Lr9, Lr10	восприимчив	устойчивость к засухе
Челяба степная	2011	3,90	восприимчив, гены Lr9, Lr10	восприимчив	устойчив к засухе
Уральская кукушка	2016	4,00	полевая	восприимчив	устойчив к засухе
Ильменская 2	2019*	4,80	высокая, ген LrSp	высоко устойчив	устойчив к засухе, УБИС
Сорта среднеспелого типа созревания					
Дуэт	2003	6,30	восприимчив, гены Lr9, Lr10	восприимчив	устойчивость к засухе
Челяба 75	2012	4,57	высокая, ген LrSp	устойчив	устойчив к засухе, избыточному увлажнению, УБИС
Сорта среднепозднего типа созревания					
Эритроспермум 59	1994	6,70	толерантен	полевая	устойчив к засухе, избыточному увлажнению, УБИС
Челяба юбилейная	2010	5,11	восприимчив, гены Lr9, Lr10	восприимчив	устойчив к засухе
Силач	2020	5,70	высокая, гены Lr9 + Lr10 + Lr26	устойчив	устойчив к засухе

*Год передачи сорта в государственное сортоиспытание.

стратегия защиты была реализована при создании сорта Силач, высокая устойчивость которого к бурой ржавчине детерминирована совмещением в одном генотипе генов Lr9 + Lr26 + Lr10 (причем каждый из этих генов по отдельности не является эффективным против местной популяции патогена). Сорт относится к среднепоздней группе спелости, с 2020 года включен в госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону. Он проявляет также устойчивость к стеблевой ржавчине, к засухе, полеганию, прорастанию на корню, обладает высоким потенциалом продуктивности (максимальная урожайность в конкурсном сортоиспытании в 2017 г. достигала 5,7 т/га).

Выводы

В целях стабилизации урожаев яровой мягкой пшеницы на Южном Урале в Челябинском НИИСХ реализуется селекционная программа по созданию генотипов с комплексной устойчивостью к экстремальным условиям среды.

Оправданным направлением в оптимизации генотипа культуры для региональных условий является повышение устойчивости к избыточному увлажнению за счет сохранения некоторой чувствительности к засухе, а также придания устойчивости к полеганию, УБИС, видам ржавчины. Итогом работы последних лет стали новые сорта Силач, Одинцовская, Ильменская 2, обладающие данными свойствами в сочетании с хозяйственно-ценными каче-



ствами для возделывания в лесостепных и степных зонах. Селекционной программой предусматривается дальнейшее расширение генетического разнообразия привлекаемых исходных форм в качестве источников отдельных адаптивных признаков.

Список литературы

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. 194 с.
2. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat: *Puccinia triticina* Erikss // *Phytopathology*. 1926. № 16. P. 89–120.
3. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // *Can. J. Res.* 1948. № 26. P. 496–500.
4. Койшибаев М., Шаманин В. П., Моргунов А. И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням : метод. указания. Анкара, 2014. 64 с.
5. Тюнин В. А., Шрейдер Е. Р. Особенности технологии селекции мягкой яровой пшеницы на устойчивость к углеводно-белковому истощению семян и другим стрессам в условиях Южного Урала. Челябинск : ГНУ Челябинский науч.-исслед. ин-т сельского хоз-ва, 2010. 119 с.
6. Тюнин В. А., Шрейдер Е. Р. Создание сортов мягкой яровой пшеницы для уральского региона с повышенной устойчивостью к совокупности лимитирующих факторов // Селекция яровой пшеницы в Уральском федеральном округе (к 110-летию селекционера Александра Васильевича Воробьева). Екатеринбург, 2015. С. 58–78.
7. Тюнин В. А. Развитие селекции мягкой яровой пшеницы // *Земледелие*. 2004. № 5. С. 5–6.
8. Шрейдер Е. Р. Селекция мягкой яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине и урожайность в условиях Южного Урала : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 2006. 16 с.
9. Мониторинг вирулентности и фенотипического состава популяции *Puccinia triticina* на Южном Урале в 2018 году / Е. И. Гульятеева, Е. Р. Шрейдер, Е. Л. Шайдаюк, Н. П. Бондаренко // *Вестник защиты растений*. 2019. № 2 (100). С. 28–33. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-28-33.
10. Характеристика вирулентности популяций *Puccinia triticina* и перспектива использования генов Lr 24, Lr 25, LrSp в селекции яровой мягкой пшеницы на Южном Урале / В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, Е. И. Гульятеева, Е. Л. Шайдаюк // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017. № 21 (5). С. 523–529. DOI 10/18699/VJ17.269.

Тюнин Владимир Александрович, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Шрейдер Екатерина Робертовна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Кушниренко Игорь Юрьевич, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Бондаренко Надежда Петровна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ФГБНУ «Челябинский НИИСХ».

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Гульятеева Елена Ивановна, д-р биол. наук лаборатории микологии и фитопатологии, ФГБНУ «ВНИИЗР».

E-mail: vizr.spb@tu.

* * *

УДК 631.589.2:581.1

ФИТОМОНИТОРИНГ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОГО АГРОПРОИЗВОДСТВА

Е. М. Басарыгина, В. В. Деев, С. В. Черепухина

Цель работы заключалась в совершенствовании физического метода фитомониторинга, основанного на оценке фотопоглощающей системы растений. В результате теоретических и экспериментальных исследований предложено в условиях урбанизированного агропроизводства определять антиоксидантный статус растений, характеризующий содержание физиологически активных веществ и способствующий выявлению стресс-факторов.

Ключевые слова: фитомониторинг, физический метод, урбанизированное агропроизводство, фотопоглощающая система растений, антиоксидантный статус.

К инновационным подходам обеспечения конкурентоспособности, экологичности и качества продукции растениеводства относится широкое использование методов фитомониторинга и растительной диагностики [1–3].

В статье приведены результаты исследований, связанных с использованием фитомониторинга в условиях урбанизированного агропроизводства.

Для урбанизированного агропроизводства, задействующего многоуровневые вегетационные поверхности, перспективным является выращивание пряных овощей, характеризующихся развитым листовым аппаратом и небольшой высотой (до 30...40 см). Отличительная осо-

бенность таких овощей (базилика, петрушки, сельдерея и т.д.) заключается в высокой витаминной и минеральной ценности, а также наличии разнообразных физиологически активных веществ, оказывающих благотворное влияние на организм человека [4–7]. Например, базилик, считающийся лекарственным растением, отличается значительным содержанием фенольных соединений (табл. 1), известных своими сильными антиоксидантными свойствами [6; 7].

Необходимо отметить, что изменение антиоксидантного статуса растений, выраженного в содержании фенольных соединений (флавоноидов и, в частности, антоцианов), может сигнализировать о возникновении стрессовых



состояний, поскольку оно обусловлено, как правило, нарушениями процессов питания и поражением болезнями [8].

Учитывая вышеизложенное, предлагается использовать в системе фитомониторинга контроль за антиоксидантным статусом растений, который характеризует содержание физиологически активных веществ и позволяет выявлять наличие стресс-факторов. Для экспресс-оценки антиоксидантного статуса растений в условиях урбанизированного агропроизводства целесообразным представляется применение физического (спектрофотометрического) метода. Данный экспресс-метод, основывающийся на анализе спектрограмм, позволяет:

- определять оптическую плотность (поглощение);
- оценивать содержание фотопоглощающих соединений;
- устанавливать рекомендуемые значения параметров фотопоглощающей системы, которые характерны для листового аппарата высокоурожайных растений [9–11].

Методы исследования

Определение антиоксидантного статуса растений (на примере базилика сортов «Ароматный пурпурный» и «Темная ночь») осуществлялось с учетом различий в содержании фенольных соединений: флавоноидов и, в частности, антоцианов (рис. 1).

Содержание указанных фенольных соединений определялось по поглощению листового аппарата в ультрафиолетовой (флавоноиды) и видимой (антоцианы) области спектра. Интегральная интенсивность поглощения флавоноидов (у.е.) [12] рассчитывалась по выражению:

$$E_{\text{ФЛ}} = \int_{\lambda_{\text{ФЛ1}}}^{\lambda_{\text{ФЛ2}}} A_{\lambda_{\text{ФЛ}}} d\lambda_{\text{ФЛ}}, \quad (1)$$

где $A_{\lambda_{\text{ФЛ}}}$ – оптическая плотность листовой пластинки, соответствующая длине волны $\lambda_{\text{ФЛ}}$. Длины волн $\lambda_{\text{ФЛ1}}$, $\lambda_{\text{ФЛ2}}$ принимались в соответствии с публикациями [13–15].

Приблизительное содержание антоцианов ($C_{\text{ан}}$) рассчитывалось с помощью известных зависимостей [14]. Соотношение интегральных интенсивностей поглощения флавоноидов и пигментов фотосинтетического аппарата (хлорофиллов) определялось по формуле:

$$\frac{E_{\text{ФЛ}}}{E_{\text{ФС}}} = \frac{\int_{\lambda_{\text{ФЛ1}}}^{\lambda_{\text{ФЛ2}}} A_{\lambda_{\text{ФЛ}}} d\lambda_{\text{ФЛ}}}{\int_{\lambda_{\text{ФС1}}}^{\lambda_{\text{ФС2}}} A_{\lambda_{\text{ФС}}} d\lambda_{\text{ФС}}}, \quad (2)$$

где $E_{\text{ФС}}$ – интегральная интенсивность поглощения хлорофиллов в красной области спектра.

Для получения спектрограмм использовался спектрометр LIGHTING PASSPORT. Параметры фотопоглощающей системы, связанные с соотношением оптической плотности и поглощением пигментов фотосинтеза (хлорофиллов a и b , их суммы $(a+b)$ и отношения (a/b)), определялись в соответствии с разработанной методикой [9–11]. Математическая обработка результатов исследований проводилась с помощью методов биологической (вариационной) статистики [16; 17].

Результаты исследования

Результаты исследований приведены на рисунках 2–4. Рекомендуемые значения параметров фотопоглощающей системы представлены на рисунках 2, 3; показатели антиоксидантного статуса растений (содержание антоцианов; соотношение интегральных интенсивностей поглощения флавоноидов и хлорофиллов) – на рисунке 4. В таблице 2 приведены характеристики длин волн, относящихся к общей оценке фотопоглощающей системы, показанной на рисунке 2.

Таблица 1 – Химический состав лекарственных растений [6]

Растительное сырье	Экстрактивные вещества, %	Витамин С, мг/г	Сумма фенольных соединений, %	Сумма катехинов, мг/г
Ромашка аптечная	18,2	46,0	6,4	37,8
Бессмертник	15,7	37,0	3,6	22,7
Черника (листья и плоды)	39,2	6,0	10,8	39,3
Базилик	14,5	28,0	8,6	15,7

Анализ представленных результатов позволяет заключить, что рекомендуемые параметры фотопоглощающей системы могут иметь существенные отличия, обусловленные особенностями сорта. У исследуемых сортов базилика существенно отличались соотношения оптических плотностей в красной и инфракрасной областях спектра (рис. 2, табл. 2).

Существенно отличались рекомендуемые значения оптической плотности A_a , A_b и $A_{a/b}$, средние арифметические значения которых у растений сортов «Ароматный пурпурный» и «Темная ночь» равны соответственно 3,084 и 2,710; 2,285 и 2,571; 1,35 и 1,05. Значения оптических плотностей A_{a+b} существенно не отличались (рис. 3).

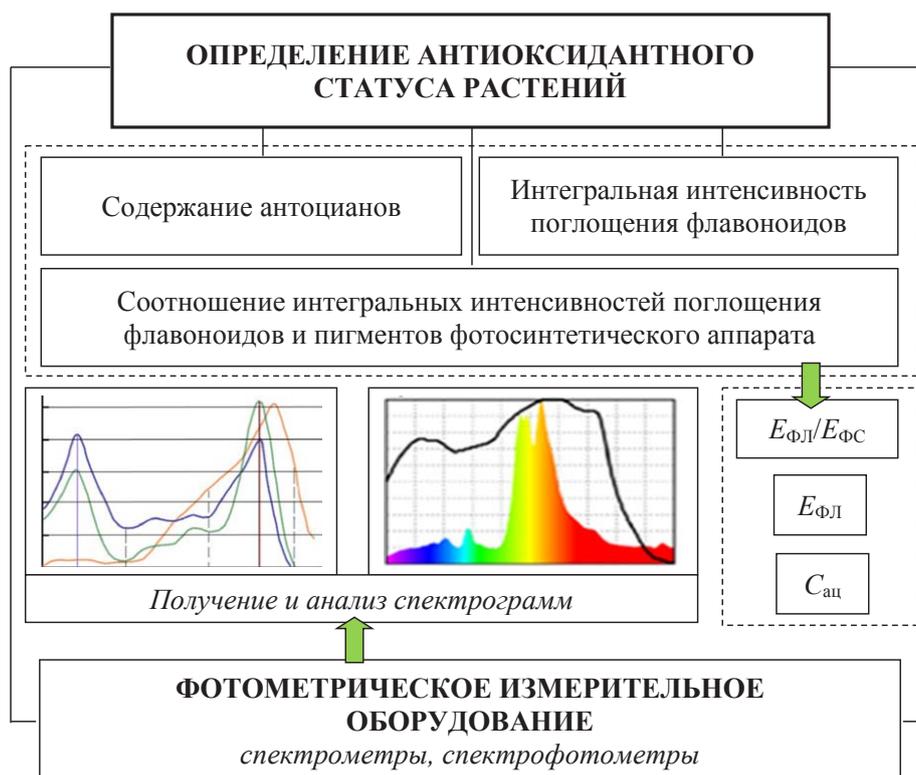


Рис. 1. Определение антиоксидантного статуса растений

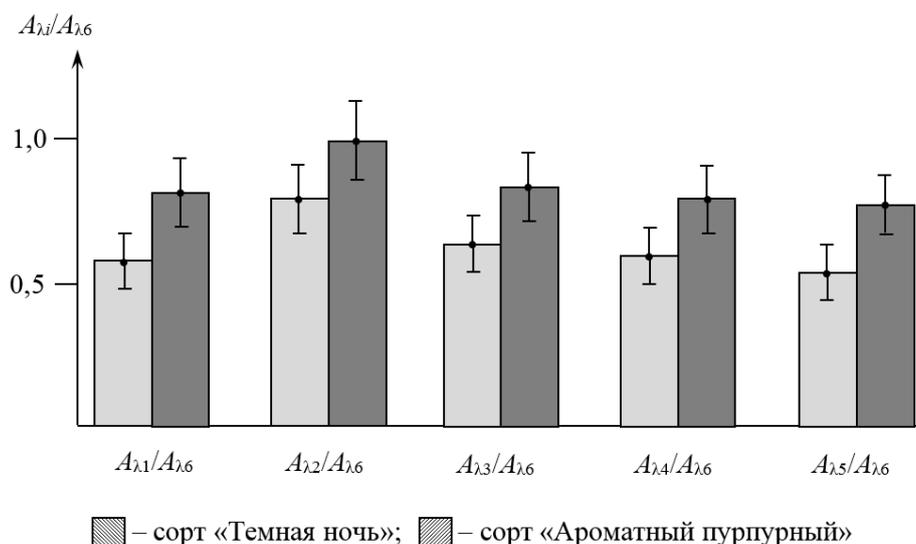


Рис. 2. Рекомендуемые значения соотношения оптических плотностей листового аппарата базилика в красной области спектра



Изменение антиоксидантного статуса растений проявляется, главным образом, в соответствующем изменении содержания антоцианов. В зависимости от сорта содержание антоцианов может увеличиваться на 0,6 мг/г сырой массы:

от 1,5 мг/г (сорт «Ароматный пурпурный») до 2,1 мг/г (сорт «Темная ночь»), что составляет 40%. Соотношение интегральных интенсивностей поглощения флавоноидов и хлорофиллов в зависимости от сорта изменяется незначительно.

Таблица 2 – Характеристика длин волн, относящихся к общей оценке фотопоглощающей системы

Длина волны	Область спектра	Характеристика
λ_1	R, 600...699 нм, FR \geq 700 нм	Максимум поглощения хлорофилла <i>b</i> в красной области
λ_2		Максимум поглощения хлорофилла <i>a</i> в красной области
λ_3		Граница области ФАР
λ_4		Граница (нижняя) максимума поглощения фитохрома в инфракрасной области спектра
λ_5		Граница (верхняя) максимума поглощения фитохрома в инфракрасной области спектра
λ_6	G, 500...599 нм	Минимум поглощения зеленых листьев

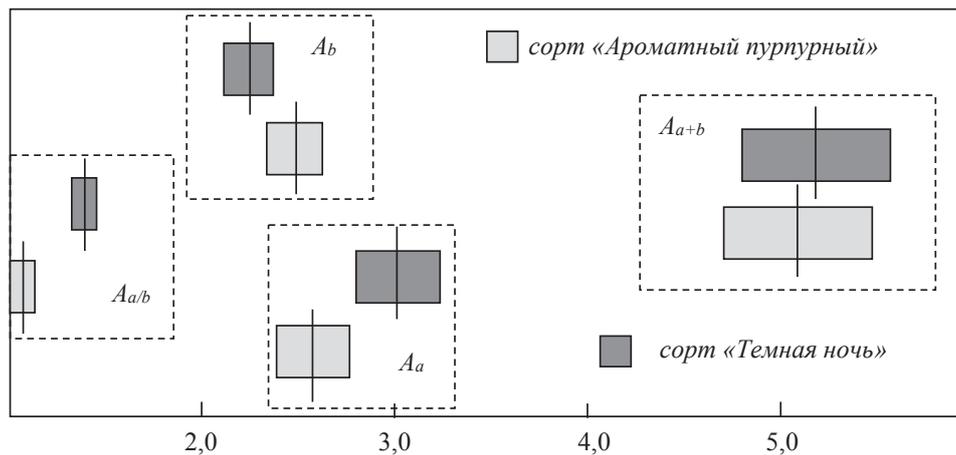


Рис. 3. Рекомендуемые значения оптической плотности, характеризующие содержание хлорофилла *a* (A_a), хлорофилла *b* (A_b), их сумму (A_{a+b}) и отношение ($A_{a/b}$)

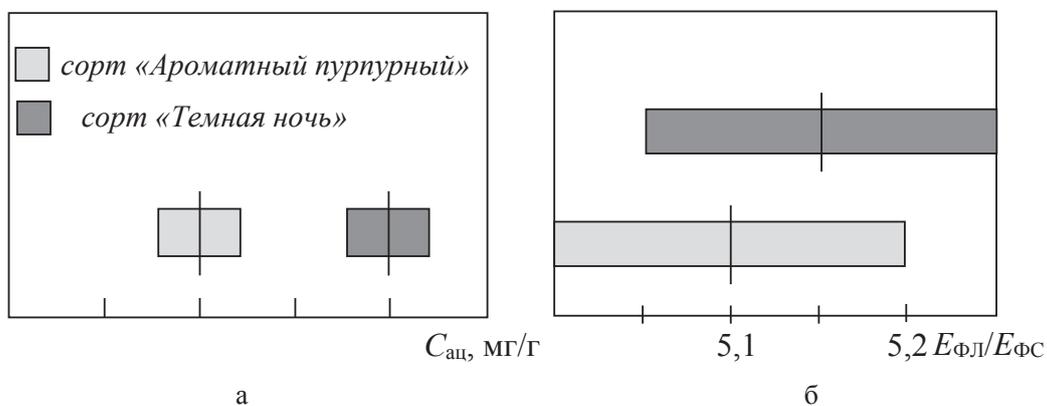


Рис. 4. Показатели антиоксидантного статуса растений: а – содержание антоцианов; б – соотношение интегральных интенсивностей поглощения флавоноидов и хлорофиллов

Выводы

Таким образом, в условиях урбанизированного агропроизводства фитомониторинг, основанный на оценке фотопоглощающей системы растений, позволяет определять антиоксидантный статус растений, характеризующий содержание физиологически активных веществ и способствующий выявлению стресс-факторов. Для пряных овощей (на примере базилика) определены рекомендуемые значения параметров фотопоглощающей системы и антиоксидантного статуса.

Список литературы

1. Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко [и др.]. Мн. : ВЭВЭР, 2006. 320 с.
2. Король В. Г. Агробиологические основы повышения эффективности производства овощей в зимних теплицах : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2011. 42 с.
3. Da-Wen Sun. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation. [S.L.] : Academic Press. Elsevier, 2016. 658 p. DOI <https://doi.org/10.1016/C2014-0-01718-2>.
4. Справочник по товароведению продовольственных товаров / Т. Г. Родина [и др.] ; под ред. Т. Г. Родиной. М. : КолосС, 2013. 608 с.
5. Lubbe A., Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials // *Ind. Crops Prod.* 2011. V. 34. P. 785–801.
6. Функциональные продукты питания / Р. А. Зайнуллин [и др.]. М. : КНОРУС, 2012. 304 с.
7. Абдуллин В. Ф., Чернышева Н. Н., Турова Е. Н. Экспрессная оценка антиоксидантной активности растительного сырья // *Сырье и упаковка.* 2002. № 9 (28). С. 24–26.
8. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве : в 2 книгах / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф., иностранного члена РАСХН Д. Шпаара. СПб. : Инновационный центр защиты растений, 2005. 846 с.
9. Басарыгина Е. М., Шершнева А. В., Горшкова Е. О. Совершенствование систем инструментального фитомониторинга // *АПК России.* 2019. Т. 26. № 5. С. 796–800.
10. Басарыгина Е. М., Лицингер О. Г., Путилова Т. А. Измерительная система фитомониторинга // *АПК России.* 2017. Т. 24. № 5. С. 1141–1146.
11. Басарыгина Е. М., Горшкова Е. О., Путилова Т. А. Фотоника в растениеводстве закрытого грунта // *Механизация и электрификация сельского хозяйства.* 2016. № 9. С. 21–25.
12. Колдаев В. М. Спектры поглощения экстрактов из зеленых листьев растений разных жизненных форм // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2018. № 5–1. С. 170–174.
13. Беккер Ю. Спектроскопия / пер. с нем. П. Н. Казанцевой ; под ред. А. А. Пупышева, М. В. Полявской. М. : Техносфера, 2009. 528 с.
14. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов / пер. с англ. Н. П. Ивановской ; под ред. С. В. Савилова. М. : Техносфера, 2007. 368 с.
15. Медведев С. С. Физиология растений. СПб. : БХВ-Петербург, 2013. 512 с.
16. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. проф. К. П. Власова, изд. 2-е, перераб. и доп. Х. : Гуманитарный центр, 2013. 412 с.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.

Басарыгина Елена Михайловна, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: b_e_m@mail.ru.

Деев Виталий Вячеславович, исполнительный директор, ООО «Нефтехимавтоматика-СПб».

E-mail: sales@nha-spb.ru.

Черепухина Светлана Васильевна, канд. экон. наук, доцент, ректор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: rktr@sursau.ru.

* * *

УДК 621.64:621.791

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ОБЪЕКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПУТЕМ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УТОРНЫХ УЗЛОВ

В. В. Ерофеев, А. Г. Игнатьев, Н. И. Олейник, Р. Г. Шарафиев, Р. А. Гильманшин

Уторные узлы, выполняемые тавровыми сварными соединениями, являются наиболее нагруженными элементами стальных резервуаров в процессе эксплуатации. В настоящей работе предлагается новый подход к повышению несущей способности сварных вертикальных цилиндрических резервуаров путем совершенствования конструктивно-технологического проектирования и изготовления уторных узлов. В соответствии с этим подходом предлагается переход сварки уторных узлов на выполнение тавровых соединений неравнокатетными швами. Для различных дуговых способов сварки (ручной, механизированной, автоматической) предложены расчетные соотношения, позволяющие рассчитать оптимальные конструктивно-геометрические параметры тавровых соединений (размеры катетов, глубину проплавления и т.п.) и технологические параметры сварки (наклон электродов, их смещение относительно вершины прямого угла в основании шва), обеспечивающие максимальную несущую способность уторных узлов при сохранении объема наплавленного металла в процессе изготовления металлоконструкций.

Ключевые слова: вертикальный цилиндрический резервуар, уторный узел, тавровое сварное соединение, неравнокатетный сварной шов.

Резервуарные парки являются одним из основных технологических объектов топливно-энергетических отраслей РФ, обслуживающих практически все отрасли народного хозяйства РФ, в том числе объекты агропромышленного комплекса и сельского хозяйства. Они предназначены для обеспечения нормальной работы пунктов добычи нефти, надежного функционирования объектов и гибкой технологической связи комплексов «нефтеперерабатывающий промысел – нефтепровод – нефтеперерабатывающий завод – нефтепровод – нефтебаза – система автозаправочных станций – потребитель» [1]. В Российской Федерации находятся в эксплуатации более 50 тысяч стальных вертикальных

резервуаров различного назначения и габаритов, суммарная вместимость которых составляет более 90 млн м³. Стоимость резервуарных парков нефтебаз составляет примерно 60 % от стоимости всех основных фондов.

Резервуары относятся к конструкциям, работающим при сложном напряженно-деформированном состоянии, вызываемом действием гидростатической нагрузки, температурных напряжений, ветровой и снеговой нагрузок, неравномерных осадков основания по периметру и площади днища и т.п. Исследования условий функционирования резервуарных парков в аварийных или близких к ним режимах показали, что во многих случаях необходимы новые

конструктивные и технологические решения, способствующие повышению надежности и работоспособности резервуаров на стадии их конструктивно-технологического проектирования и изготовления.

Основной объем отечественных резервуарных парков для хранения нефти и нефтепродуктов был построен во второй половине XX века по строительным нормам и технологиям того времени. В настоящее время около 65% резервуарного парка отработало более 30 лет, из них около 30% находится в эксплуатации свыше сорока лет. Значительный моральный и физический износ резервуаров, наблюдаемый в процессе их эксплуатации, как правило, приводит к частым отказам резервуаров, которые сопровождаются большими материальными потерями, исчисляемыми сотнями миллионов рублей и загрязнением окружающей среды. В 90-е годы прошлого века в связи с тяжелым экономическим положением в РФ было обновлено всего около 7% резервуарного парка. Изменение к лучшему наметилось лишь в последние годы [2–4].

Одним из основных аспектов снижения работоспособности стальных вертикальных резервуаров после длительного срока эксплуатации является низкая надежность корпуса резервуаров и их сварных соединений.

В нормативных документах [5–7 и др.] регламентированы требования к механическим свойствам сварных соединений и типы сварных соединений для различных способов их изготовления. Кроме того, назначен объем контроля физическими методами различных сварных со-

единений вертикальных стальных резервуаров. В частности, основными типами сварных соединений, независимо от способов сварки, применяемых для изготовления вертикальных стальных резервуаров, являются стыковые соединения, а также нахлесточные и тавровые соединения, выполненные равнокатетными угловыми швами.

Для оценки несущей способности сварных металлоконструкций резервуаров необходимо знать наиболее опасные участки, где наблюдается наибольший уровень приложенных напряжений в процессе их нагружения. В частности, из рассмотрения следует исключить сварные соединения, расположенные поперек растягивающих напряжений σ_2 , действующих в стенке резервуара вдоль продольной его оси, т.к. наибольшие растягивающие напряжения σ_1 действуют в кольцевом направлении корпуса резервуара. Под действие данных напряжений попадает окончательный монтажный шов, который по технологическим соображениям может быть либо стыковым, либо нахлесточным, а также угловой шов уторного узла в силу специфики его нагружения вследствие наличия краевых эффектов.

Как показали исследования, выполненные в работах [2, 8], наиболее нагруженными являются сварные тавровые соединения в зоне сопряжения днища и вертикальной стенки (полотнища резервуара) – рисунок 1.

Рассмотрим особенности напряженного состояния данных соединений в районе уторного узла, т.е. в зоне сопряжения днища и вертикальной стенки.

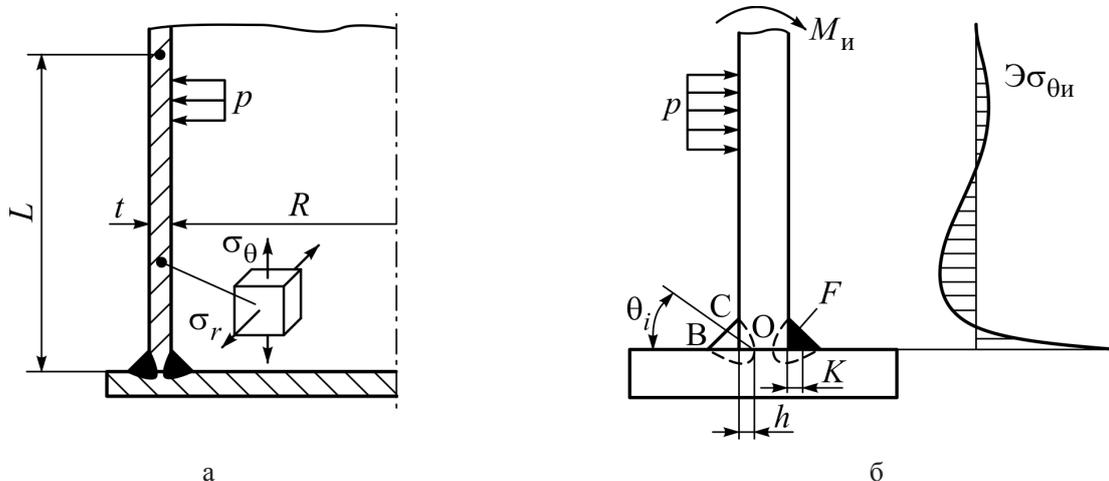


Рис. 1. Общий вид участка сопряжения корпуса резервуара и плоского днища (а), расчетная схема и эпюра напряжения $\sigma_{\theta и}$ от изгиба (б)



Продольные σ_θ и кольцевые σ_r напряжения в стенке корпуса резервуара без учета краевых эффектов (т.е. вдали от уторного узла) связаны с величиной внутреннего избыточного давления p следующими соотношениями:

$$\begin{cases} \sigma_\theta = \sigma_2 = p \frac{R}{2t}, \\ \sigma_r = \sigma_1 = p \frac{R}{t}. \end{cases} \quad (1)$$

Данные соотношения могут быть использованы для оценки напряжений σ_θ и σ_r в стенке корпуса резервуара для его участков, удаленных на расстояние $L \geq 3D$ ($D = 2R$ – диаметр оболочки) от плоского днища, где нивелируется влияние краевых эффектов на напряженное состояние корпуса резервуара, описываемое в данном случае с использованием безмоментной теории оболочек. Вблизи зоны сопряжения корпуса и плоского днища возникает изгибающий момент M_n , зависящий от толщины стенки корпуса и днища, коэффициента жесткости основания и т.п., величина которого приближенно может быть определена по соотношению, приведенному в [9]:

$$M_n = 0,1pRt.$$

Продольные напряжения в стенке корпуса оболочки $\sigma_{\theta n}$, возникающие от изгиба, вызванного проявлением краевых эффектов в зоне расположения угловых швов, определяются по соотношению:

$$\sigma_{\theta n} = 0,6p \frac{R}{t}.$$

Таким образом, суммарные продольные напряжения в стенке корпуса резервуара, представляющие собой результат совместного действия внутреннего избыточного давления и изгиба в зоне сопряжения корпуса резервуара и плоского днища, могут быть определены по формуле:

$$\sigma_{\theta \Sigma} = \sigma_\theta + \sigma_{\theta n} = 1,1p \frac{R}{t}. \quad (2)$$

Анализ полученных соотношений (1) и (2), определяющих уровень продольных и кольце-

вых напряжений в стенке корпуса резервуара вне зоны и вблизи зоны краевого эффекта, свидетельствует о том, что сварные тавровые соединения уторного узла являются более нагруженными от действия внутреннего избыточного давления. С учетом того, что на них действует и большой столб заполняемой в резервуар жидкости, можно гарантированно рассуждать, что тавровые сварные соединения уторного узла следует рассматривать в качестве расчетных при оценке несущей способности вертикальных цилиндрических резервуаров.

Как отмечалось выше, в нормативных документах [5–7 и др.] регламентированы требования к сварным тавровым соединениям, выполненным равнокатетными угловыми швами. Однако многочисленные исследования, проведенные в работах [10–13 и др.], свидетельствуют о том, что переход на сварку с неравнокатетными швами при сохранении объема наплавленного металла способствует повышению прочности тавровых сварных соединений. Данное обстоятельство не учитывается в расчетах на прочность рассматриваемых соединений, которые положены в основу нормативных документов, не актуализированных до сих пор с учетом новых требований по ресурсосбережению и использованию наукоемких ресурсосберегающих технологий.

С другой стороны, положенный в основу нормативных документов метод расчета на прочность сварных соединений с равнокатетными угловыми швами является в значительной степени условным. В нем принимается, что разрушение равнокатетных угловых швов происходит по механизму сдвига под действием касательных напряжений по сечению, совпадающему с биссектрисой прямого угла, расположенного у основания шва; глубина проплавления учитывается путем введения параметра β , зависящего от режимов и способа сварки (рис. 2).

С учетом данных допущений величина предельной нагрузки P_{np} для тавровых соединений, выполненных равнокатетными угловыми швами, определяется из следующего соотношения [9]:

$$P_{np} = n[\tau']\beta_{45}Kl,$$

где $[\tau']$ – допускаемое напряжение металла шва при чистом сдвиге,

$$[\tau'] = (0,6 \dots 0,65)[\sigma'],$$

$[\sigma']$ – допускаемое напряжение металла шва при растяжении,

$$[\sigma'] = \frac{\sigma_b}{k_b} \text{ или } [\sigma'] = \frac{\sigma_t}{k_t},$$

где σ_b, σ_t – предел прочности и предел текучести металла шва;

k_b и k_t – коэффициенты запаса прочности по пределу прочности и пределу текучести;

K, l – соответственно катет и длина углового шва;

n – количество угловых швов ($n = 1$ – один шов, соединение типа Т1, $n = 2$ – два шва, соединение типа Т3);

β_{45} – коэффициент эффективности проплавления, определяющий относительную глубину проплавления в направлении сварочной дуги при сварке равнокатетными швами, $\beta_{45} = \frac{H_{пр}}{K}$;

$H_{пр}$ – глубина проплавления в направлении сварочной дуги.

В соответствии с рекомендациями работы [9] при распространении методики расчета на сварные соединения, выполненные угловыми швами с применением различных способов сварки, следует принимать:

$\beta_{45} = 0,7$ – для ручной дуговой сварки (РДС), многопроходной автоматической (АДС) и механизированной дуговой (МДС) сварки;

$\beta_{45} = 0,8$ – для двух- и трехпроходной МДС;

$\beta_{45} = 0,9$ – для однопроходной МДС и двух- и трехпроходной АДС;

$\beta_{45} = 1,1$ – для однопроходной АДС.

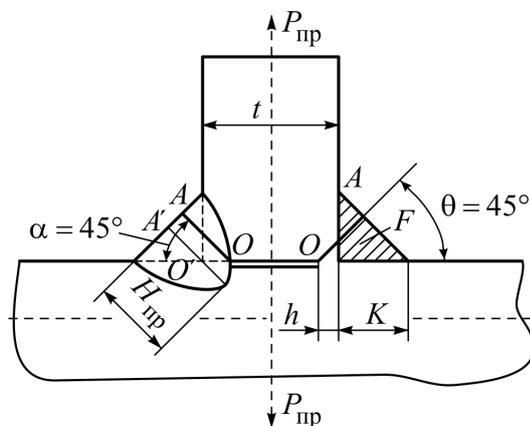


Рис. 2. Общий вид таврового соединения с равнокатетными швами и принятая расчетная схема с учетом проплавления стенки h

Данные значения β_{45} получены при выполнении тавровых соединений равнокатетными швами на оптимальных режимах сварки.

В работе [14] была установлена связь между параметром β_{45} , характеризующим относительную глубину проплавления углового шва, и относительным параметром проплавления вертикальной стенки в зоне уторного узла h/K , которая была проверена путем сравнения с экспериментальными данными, приведенными в работе [15]:

$$\beta_{45} = 0,7 \left(1 + \frac{h}{K} \right). \quad (3)$$

Полученное соотношение (3) позволяет оценить относительную глубину проплавления вертикальной стенки h/K при выполнении тавровых соединений равнокатетными швами при использовании рассматриваемых способов сварки (РДС, МДС и АДС):

$$\frac{h}{K} = \frac{\beta_{45}}{0,7} - 1.$$

Эта зависимость, как следует из рисунка 3, имеет линейный характер и может быть представлена в более простом виде:

$$\frac{h}{K} = 1,4275(\beta_{45} - 0,7). \quad (4)$$

Второй не менее важной задачей является корректировка метода расчета, положенного в основу нормативных документов [5–7 и др.], в результате которой будет возможен перевод

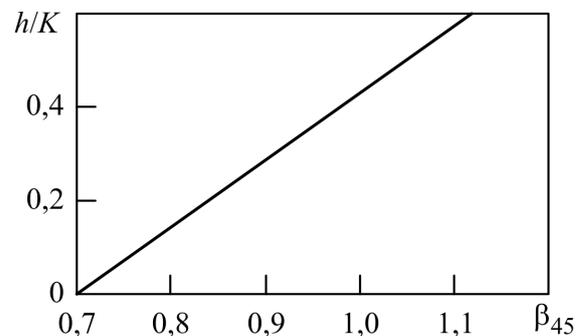


Рис. 3. Зависимость $\frac{h}{K} = f(\beta_{45})$



технологии изготовления тавровых соединений уторного узла резервуаров на сварку неравнокатетными швами.

Для решения поставленной задачи были приняты следующие условия и допущения.

1. Неравнокатетный угловой шов представляет собой правильный треугольник с катетами K_1 и K_2 и углом наклона лобовой грани $\alpha \geq 45^\circ$.

2. Переход на неравнокатетный шов при рассматриваемых способах сварки при углах $\alpha \geq 45^\circ$ способствует обеспечению глубины проплавления $h_1 > 0$.

3. Изменение угла наклона лобовой грани шва $\alpha \geq 45^\circ$ осуществляется при условии обеспечения постоянной площади наплавленного металла F , т.е. при условии $F_\alpha = K^2/2 = F_{45} = (K_1 K_2)/2$ (рис. 4).

В соответствии с принятыми допущениями получено следующее расчетное соотношение для определения глубины проплавления вертикальной стенки h_1 при переходе на технологию изготовления уторных узлов с применением неравнокатетных швов:

$$h_1 = K \left[\sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg} \alpha}} \cdot \frac{1}{2 \cos \alpha} - \frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}} \right] \quad (5)$$

или $\frac{h_1}{K} = \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha - 1}{2\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}}$.

Зависимость относительного проплавления h_1/K от угла наклона α показана на рисунке 5.

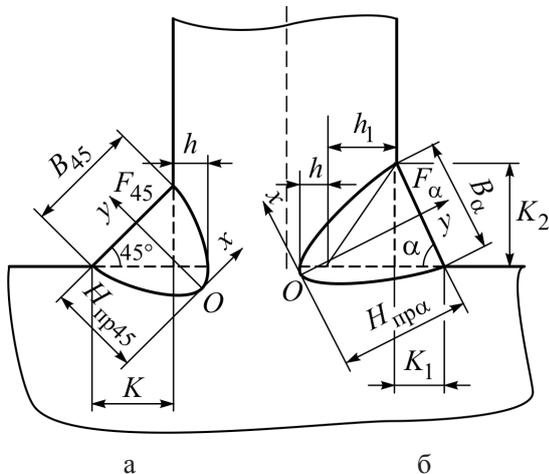


Рис. 4. Геометрическая форма тавровых соединений при их выполнении равнокатетными (а) и неравнокатетными (б) швами

По аналогии с работой [14] получим диапазон значений коэффициента эффективности проплавления β_α , который определяется относительной глубиной проплавления вертикальной стенки h_1/K при переходе на технологию изготовления с применением неравнокатетных швов и относительной глубиной h/K при сварке тавровых соединений с применением рассматриваемых способов сварки (РДС, МДС и АДС).

Используя соотношения (4) и (5), было получено окончательное выражение для определения параметра β_α , характеризующего несущую способность сварных соединений уторного узла при сварке неравнокатетными швами ($\alpha \geq 45^\circ$), по известному параметру β_{45} ($\beta_{45} \geq 0,7$):

$$\beta_\alpha = 0,7 \left[1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{2\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}} + 1,425(\beta_{45} - 0,7) \right].$$

На рисунке 6 представлены графические зависимости $\beta_\alpha = \beta(\beta_{45}, \alpha)$ для рассматриваемых выше способов сварки, которые свидетельствуют о существенном повышении несущей способности сварных соединений уторных узлов вертикальных цилиндрических резервуаров при переходе на сварку неравнокатетными швами.

В частности, для рассматриваемых сварных соединений с ростом угла наклона лобовой грани шва $\alpha > 45^\circ$ диапазон значений β_{45} смещается от значений $0,7 \dots 1,1$, принятых для равнокатетных швов, до значений $\beta_\alpha 1,23 \dots 1,56$ при $\alpha = 60^\circ$ и выше. Следует отметить, что при полном проплавлении вертикальной стенки металлоконструкции ($h_1 + h_1 = t/2$) достигается

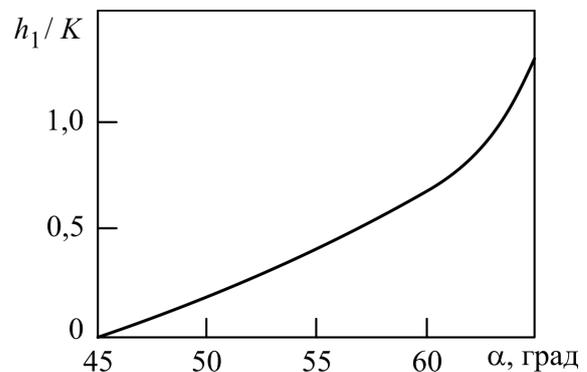


Рис. 5. Зависимость $\frac{h_1}{K} = f(\alpha)$

максимальная несущая способность рассматриваемых соединений. Это происходит при следующем сочетании геометрических параметров угловых швов α , K/t при различных способах дуговой сварки (РДС, МДС и АДС), характеризующихся относительной глубиной проплавления β_{45} ($\beta_{45} = 0,7 \dots 1,1$):

$$\frac{\operatorname{tg}^2 \alpha - 1}{\sqrt{\operatorname{tg} \alpha}} = \frac{1 - \frac{K}{t} [2,85(\beta_{45} - 0,7)]}{\frac{K}{t}} \quad (6)$$

Данное выражение является итерационным и не решается в замкнутом виде относительно параметра α .

С учетом того, что рекомендуемые параметры угловых швов (относительные катеты $(K/t)_{\text{опт}}$ или относительные площади наплавленного металла $(F/t)_{\text{опт}}$) в соответствии с нормативными документами [6 и др.] находятся в диапазоне их значений $1,0 \geq (K/t)_{\text{опт}} \geq 0,5$, используя выражение (6), расчетным путем был определен оптимальный диапазон углов наклона неравнокатетных швов $[\alpha]_{\text{опт}}$ при РДС ($\beta_{45} = 0,7$), для двух- и трехпроходной МДС ($\beta_{45} = 0,8$), для однопроходной МДС и двух- и трехпроходной АДС ($\beta_{45} = 0,9$) и для однопроходной АДС ($\beta_{45} = 1,1$) (рис. 7).

Нетрудно заметить, что расчетная зависимость $\alpha_{\text{опт}} = \alpha_{\text{опт}}(K/t, \beta_{45})$ может быть представлена линейными аппроксимациями:

$$(K/t)_{\text{опт}} = 0,5, \quad [\alpha]_{\text{опт}} = 63,25^\circ - 26,85^\circ \cdot (\beta_{45} - 0,7),$$

$$(K/t)_{\text{опт}} = 1,0, \quad [\alpha]_{\text{опт}} = 56,25^\circ - 33,15^\circ \cdot (\beta_{45} - 0,7).$$

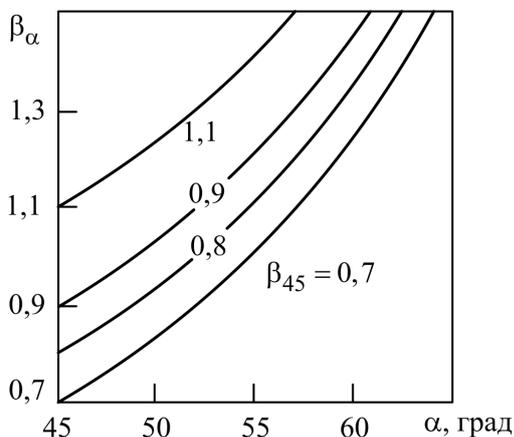


Рис. 6. Зависимость $\beta_\alpha = \beta(\beta_{45}, \alpha)$

Важным моментом при сварке уторного узла вертикальных цилиндрических резервуаров с применением технологии их изготовления неравнокатетными швами является установление координаты смещения электрода (или сварочной проволоки) z по отношению к вершине прямого угла у основания углового шва (рис. 8).

Как показал анализ геометрической формы тавровых соединений, выполненных равнокатетными и неравнокатетными швами (см. рис. 4), смещение оси x при переходе на сварку неравнокатетными швами на величину z не зависит от величины проплавления h и определяется только углом наклона лобовой грани шва α (рис. 9):

$$\frac{z}{t} = \frac{K}{t} \cdot \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg} \alpha}} - \sqrt{2} \right].$$

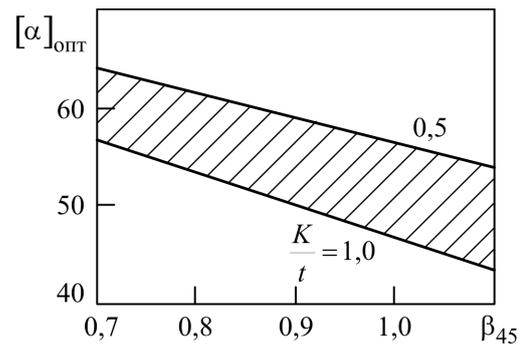


Рис. 7. Диапазон оптимальных значений углов наклона неравнокатетных швов $[\alpha]_{\text{опт}}$ в зависимости от относительных размеров $(K/t)_{\text{опт}} = (2F/t)_{\text{опт}}$ и способов дуговой сварки (β_{45})

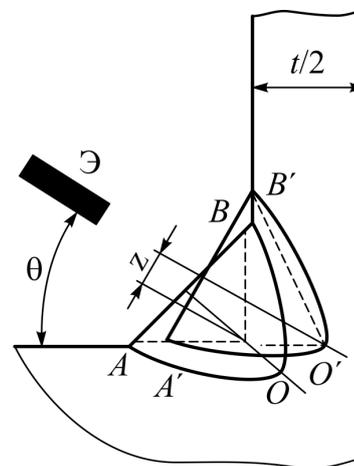


Рис. 8. Сварка уторного узла резервуара наклонным электродом с применением неравнокатетных швов

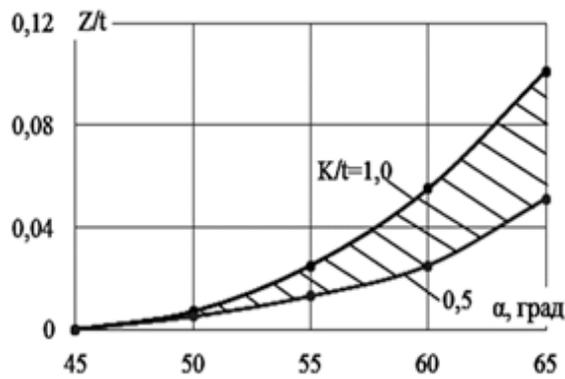


Рис. 9. Зависимость относительного смещения электрода (проволоки) z/t от величины наклона лобовой грани шва α в диапазоне значений $K/t = 0,5 \dots 1,0$

Угол наклона электрода (проволоки) определяется углом наклона лобовой грани шва α и равен $\theta = 90 - \alpha$.

Таким образом, на основании полученных расчетных методик установлены оптимальные конструктивно-геометрические параметры сварных соединений $[\alpha]_{\text{опт}}$, позволяющие обеспечить максимальную несущую способность уторного узла вертикальных резервуаров при сохранении относительного объема (площади) наплавленного металла K/t при их изготовлении различными способами дуговой сварки (РДС, МДС и АДС), а также установить относительный параметр, характеризующий смещение оси сварочной дуги z/t и угол наклона электрода θ .

Список литературы

1. Сафарян М. К. Металлические резервуары и газгольдеры. М. : Недра, 1987. 200 с.
2. Ерофеев В. В., Коваленко В. В. Повышение работоспособности сварных соединений вертикальных стальных резервуаров. Челябинск, 2014. 250 с.
3. Аварии резервуаров и способы их предупреждения / В. Б. Галеев [и др.]. Уфа : ГУП «Уфимский полиграфкомбинат», 2004. 164 с.
4. Беляев Б. И., Корниенко В. И. Причины аварий стальных конструкций и способы их устранения. М. : Стройиздат, 1968. 205 с.

5. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия (с Поправками). М. : Стандартинформ, 2016.

6. СНиП-П-23-81*. Стальные конструкции (с Изменениями, с Поправкой). М. : ЦИТП, 1990.

7. СТО-СА 03-002-2009. Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. М., 2009.

8. Исследование конструктивных элементов уторного шва резервуаров / А. А. Скорняков [и др.] // Нефтегазовое дело. 2014. Т. 12. № 4. С. 157–161.

9. Николаев Г. А. Винокуров В. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование : учебник для вузов. М. : Высш. шк., 1990. 446 с.

10. О возможности уменьшения сечения угловых швов / А. Е. Аснис [и др.] // Автоматическая сварка. 1969. № 5. С. 74.

11. Барышев В. М., Новиков Ю. А. Сокращение объема наплавленного металла в расчетных угловых швах стальных конструкций // Монтажные и специальные работы в строительстве. 1980. № 8. С. 20–21.

12. О возможности уменьшения размеров катетов в сварных соединениях с угловыми швами / О. А. Бакши [и др.] // Прогрессивная технология сварки и резки металлов. Иркутск, 1979. С. 4–14.

13. Когут Н. С., Шахматов М. В., Ерофеев В. В. Несущая способность сварных соединений. Львов : Свит, 1991. 184 с.

14. Решение вопросов ресурсосбережения на стадии конструктивно-технологического проектирования сварных соединений с угловыми швами / В. В. Ерофеев, Р. Г. Шарафиев А. Г. Игнатъев, Л. В. Макаров // Первые международные Косыгинские чтения. 2017. М. : РГУ, 2017. Т. 1. С. 54–58.

15. Сварка. Резка. Контроль : справочник / Н. П. Алешин [и др.]. М. : Машиностроение, 2004. 480 с.

Ерофеев Валерий Владимирович, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» ; ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ervv52@mail.ru.

Игнатьев Андрей Геннадьевич, д-р техн. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет».

E-mail: ignat74@bk.ru.

Олейник Надежда Ивановна, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: oleynik1010@mail.ru.

Шарафиев Роберт Гарафиевич, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

E-mail: sharafiev47@mail.ru.

Гильманшин Рустем Альбертович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

E-mail: : sharafiev47@mail.ru.

* * *

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ

Р. С. Рахимов, И. Р. Рахимов, Е. О. Фетисов

Анализ существующих конструкций сошников и посевных секций, применяемых на отечественных и зарубежных сеялках и посевных комплексах, показал, что они предназначены для посева семян зерновых и кормовых культур только одним способом и с одним типом сошника в соответствии с их назначением для выполнения конкретной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Для расширения технологических возможностей появилась необходимость разработки универсальной посевной секции со сменными дисковыми, анкерными, килевидными, лаповыми и т-образными сошниками для посева различных сельскохозяйственных культур. Для обоснования конструктивной схемы и параметров универсальной посевной секции составлена кинематическая модель посевной секции и кинематическая модель посевного комплекса при движении по неровностям рельефа поверхности поля для определения колебаний мест крепления посевной секции к раме и колебаний сошника в зависимости от характеристик (длина волн неровностей и соответствующая им высота неровностей) рельефа поля. На основе проведенных расчетов с использованием кинематической модели посевной секции установлено рациональное расстояние между опорным и прикатывающим колесами, равное 0,9 м, которое обеспечивает соблюдение агротехнических требований к устойчивости хода сошника по глубине посева 0,33–0,58 см, при допустимых 0,70–1,0 см, при посеве различных зерновых, технических и кормовых культур.

Ключевые слова: технология, почвенно-климатические условия, посевная секция, сменные сошники, опорные и прикатывающие колеса, четырехзвенный механизм, глубина посева, агротехнические требования.

Урожайность зерновых, технических и кормовых культур и их себестоимость зависят от принятой в конкретной почвенно-климатической зоне технологии возделывания этих культур, а также от способа их посева, соответствующих почвенно-климатическим условиям года. В зависимости от высеваемой культуры и вышеперечисленных условий посев семян может производиться одно- и дисковыми, лаповыми, анкерными, килевидными, Т-образными или другими типами сошников на разную глубину [1–5]. Каждый тип сошника (рис. 1) имеет свою индивидуальную конструкцию присоединения к раме сеялки, индивидуальный механизм регулирования глубины хода

сошников и прикатывания почвы после прохода, что увеличивает номенклатуру деталей сошниковой группы и снижает их универсальность и унифицированность.

Наиболее простую конструктивную схему имеют дисковые сошники зерновых сеялок, которые заглубляются в почву под действием силы тяжести сошника G и силы сжатия пружины F (рис. 1а). При изменении свойств почвы и рельефа поля глубина хода сошника «а» из-за отсутствия опорного колеса меняется в больших пределах. Кроме того, из-за отсутствия прикатывающих катков они требуют дополнительного прикатывания почвы для создания контакта между семенами и почвой.

На сеялках фирмы «Amazone» установлены анкерные сошники с индивидуальными прикатывающими катками, глубина хода которых регулируется индивидуально. Однако из-за того, что сошники закреплены шарнирно к раме с опорными колесами, глубина хода сошников при движении по неровностям рельефа поверхности поля меняется в больших пределах.

Более устойчивый ход по глубине имеют посевные секции фирмы «Roggo», где каждая посевная секция присоединяется к раме через параллелограммный механизм и имеет опорное и прикатывающие колеса, имеющие индивидуальные устройства для регулирования силы сжатия колес, обеспечивающих хороший контакт семян с почвой. Однако при движении опорного колеса глубина хода сошника меняется в тех же пределах, что и неровности рельефа поверхности поля. Отсюда следует, что существующие типы сошников при посеве по неровному рельефу не отвечают выполнению агротехнических требований по глубине заделки семян, не все сошники производят прикатывание почвы по следу сошника для обеспечения контакта между семенами и почвой, а также предназначены для посева семян только с одним типом сошника [6, 7]. В связи с этим разработка посевной секции со сменными сошниками для посева семян различных культур является актуальной и имеет практическое значение.

Цель исследований: разработать универсальную посевную секцию для посева семян зерновых, технических и кормовых культур различными способами, снабженных сменными сошниками для посева семян на разную глубину с выполнением агротехнических требований к посеву.

Задачи исследования:

- разработать конструктивную схему и раскрыть принцип работы универсальной посевной секции;
- составить расчетную схему посевной секции и посевного комплекса;
- обосновать конструктивные параметры посевной секции.

Условия, материалы и методы

Для устранения недостатков существующих сошников нами разработана универсальная посевная секция для посева зерновых и кормовых культур со сменными сошниками для заделки семян на глубину от 2 до 12 см различными способами [8, 9, 10].

На рисунке 2 представлены конструктивные схемы предлагаемых посевных секций, которые крепятся к раме индивидуально и работают независимо друг от друга.

Разработанная универсальная посевная секция состоит из корпуса 1, связанного с рамой сеялки через параллелограммное под-

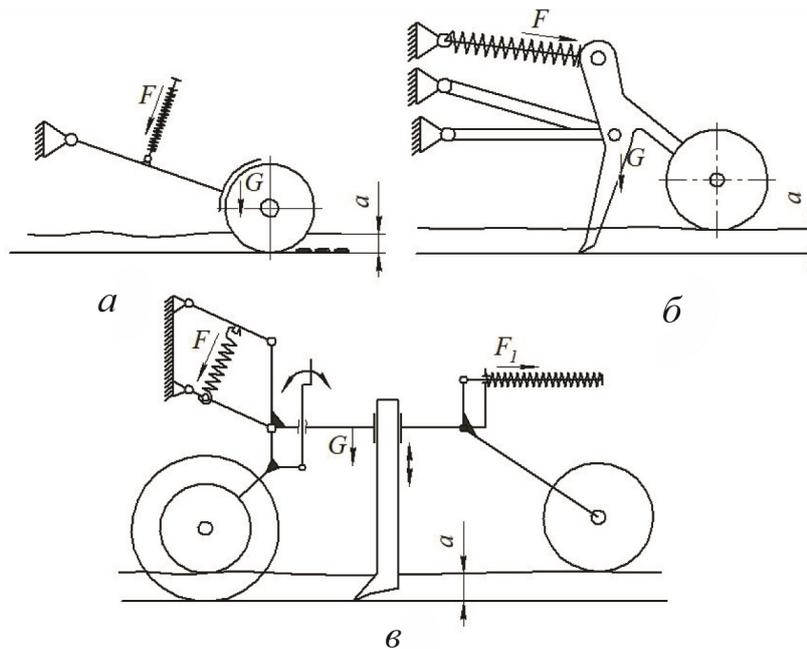


Рис. 1. Типы механизмов сошника: а – дисковые сошники зерновых сеялок; б – посевная секция фирмы «Amazone»; в – посевная секция фирмы «Roggo»



весное устройство 2 с пружиной сжатия 3 и регулировочной гайкой 4, дискового ножа 5 и опорного колеса 6, расположенных на общей оси стойки 7, прикатывающего колеса 8 со стойкой 9. Кронштейн 10 стойки 7 опорного колеса 6 и кронштейн 11 стойки 9 прикатывающего колеса 8 связаны между собой регулируемой по длине тягой 12, длина которой регулируется ручкой 13, что создает тандем, который при движении по неровностям поверхности поля при установке сошника между опорным и прикатывающим колесами снижает воздействие величины неровности на сошник в два раза. Тяга 12 служит для регулирования глубины хода сошника 14. Сошник 14 крепится к корпусу 1 посевной секции через основной болт 15 и срезной болт 16, который служит для предохранения сошника 14 от поломок при наезде на препятствие.

Посевная секция предназначена для посева семян зерновых, технических и кормовых культур по стерне и по обработанному фону. Для посева этих культур различными способами на место сошника 14 (рис. 2) устанавливаются сменные сошники (рис. 3): одно и двухдисковые (а), анкерные с однострочным посевом семян (б), анкерные с двухстрочным посевом семян (в), анкерные Т-образные (г) для прямого посева семян, килевидные (д) и лаповые (е) сошники. Анкерные сошники (б) и (в) для образования семенного ложа для семян снабжены уплотнителем почвы, который создает семенное ложе из осыпавшейся почвы после прохода носка сошника.

Посевная секция работает следующим образом. Корпус 1 посевной секции при помощи

параллелограммного подвесного устройства 2 присоединяется к раме орудия. В процессе работы пружина сжатия 3 прижимает корпус 1 вместе с сошником 14, опорным 6 и прикатывающим 8 колесами к поверхности поля, степень сжатия которых регулируется гайкой 4. Глубина хода сошника 14 регулируется изменением длины тяги 12 регулировочной ручкой 13. Величина давления прикатывающего колеса 8 на почву после прохода сошника 14 регулируется перестановкой оси крепления тяги 12 в отверстия кронштейнов 10 и 11. При работе с анкерными сошниками впереди сошников на одной оси с опорным колесом 6 устанавливается дисковый нож 5.

В процессе работы посевной секции опорное колесо движется по неровностям рельефа

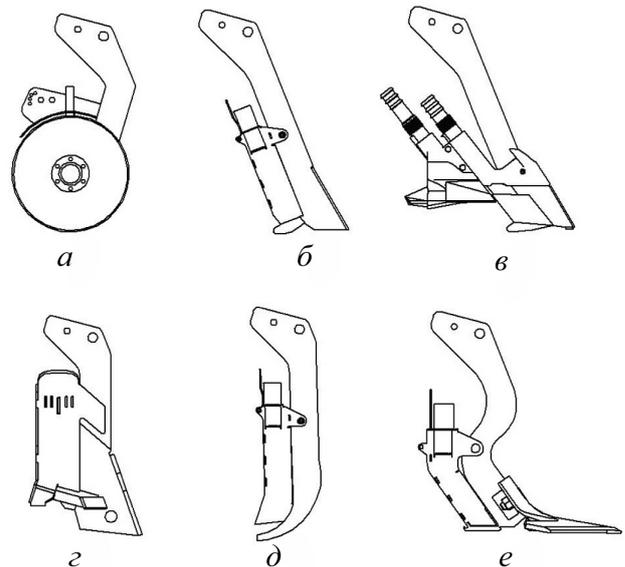


Рис. 3. Сменные сошники

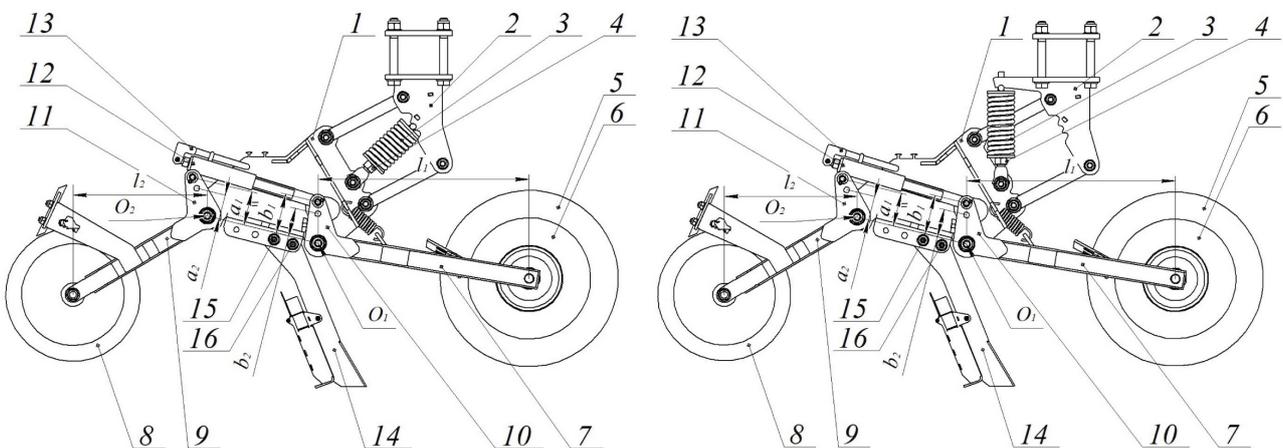


Рис. 2. Конструктивные схемы посевных секций

поверхности поля $Z_{\text{ПП}}(t)$. Для определения колебаний сошника посевной секции при движении по неровностям рельефа поля рассмотрим кинематическую модель процесса работы посевной секции, которая позволяет оценить вероятность выполнения сошником агротехнических требований по глубине посева в зависимости от конструктивных параметров посевной секции (расстояния L , L_1 и L_2) (рис. 4).

Кинематическая модель посевной секции может быть получена при условии, что движение посевной секции изучается независимо от сил, действующих на нее. Тогда опорное колесо посевной секции безотрывно копирует профиль рельефа поля, а сошник не испытывает воздействие сил от неравномерности сопротивления почвы. В качестве входных воздействий берутся неровности рельефа поля под опорными и прикатывающими колесами, а выходными показателями служат величины, характеризующие равномерность глубины хода сошника.

Тогда текущее значение глубины хода сошников $a_i(t)$, м, определяется по зависимости:

$$a_i(t) = a + \Delta a_i(t), \quad (1)$$

где a – установленная глубина заделки семян, м;

$\Delta a_i(t)$ – изменение глубины заделки семян при движении опорного и прикатывающего колес по неровностям рельефа поверхности поля

$Z_{\text{ПП}}(t)$ и неровностям рельефа под прикатывающим колесом $Z_{\text{ПК}}(t)$, м.

В свою очередь

$$\Delta a_i(t) = Z_{\text{ПП}}(t) - Z_{\text{дб}}(t), \quad (2)$$

где $Z_{\text{дб}}(t)$ – величина неровности рельефа дна борозды после прохода сошника, м.

При известных величинах неровностей $Z_{\text{ПП}}(t)$ и $Z_{\text{ПК}}(t)$ можно определить значение $Z_{\text{дб}}(t)$ в виде:

$$Z_{\text{дб}}(t) = \frac{(Z_{\text{ПП}}(t) - Z_{\text{ПК}}(t))L_2}{L}, \quad (3)$$

где $Z_{\text{ПК}}(t)$ – величина неровностей рельефа поверхности поля после прохода прикатывающего колеса за следом сошника, м;

L – расстояние между опорным и прикатывающим колесами, м;

L_2 – расстояние от прикатывающего колеса до сошника, м.

Подставляя $Z_{\text{дб}}(t)$ из уравнения 3 в уравнение 2, получим:

$$\Delta a_i(t) = \frac{Z_{\text{ПП}}(t)L_1 + Z_{\text{ПК}}(t)L_2}{L}, \quad (4)$$

где L_1 – расстояние от опорного колеса до сошника, м.

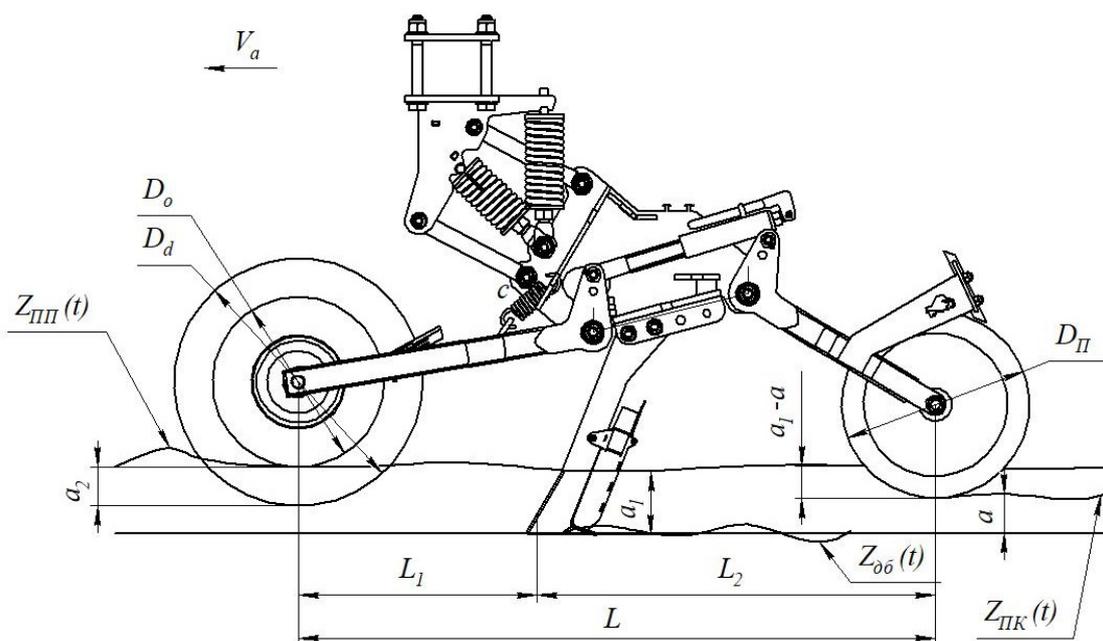


Рис. 4. Конструктивные параметры посевной секции



Поскольку в процессе движения посевной секции после прохода сошника рыхлая почва под действием собственного веса или загортачем осыпается на дно бороздки, то величину неровностей рельефа после прохода прикатывающего колеса можно принять равной нулю, т.е. $Z_{\text{ПК}}(t) = 0$.

Тогда текущее значение изменения глубины заделки семян равно

$$\Delta a_i(t) = \frac{Z_{\text{III}}(t)L_1}{L}, \quad (5)$$

а текущее значение глубины заделки семян равно

$$a_i(t) = a + \frac{Z_{\text{III}}(t)L_1}{L}, \quad (6)$$

и среднеквадратическое отклонение равно

$$\sigma_a(t) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_{\text{cp}} - a_i)^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Из формулы (6) вытекает, что чем меньше L_1 , тем меньше величина колебаний глубины заделки семян.

Кроме высоты неровностей рельефа поверхности поля $Z_{\text{III}}(t)$, рельеф поля характеризуется длиной волн неровностей $L_{\text{III}}(t)$, которая изменяется от 0 до ∞ . Величина длин волн неровностей оказывает влияние на копирование рельефа поля посевной секции и зависит от расстояния L между опорным и прикатывающим колесами. Исследованиями [11] установлено, что длины волн неровностей $L_{\text{III}}(t)$, равные

$$L_{\text{III}} \geq 6L, \quad (8)$$

полностью копируются рабочими органами машин.

Значения перепада высот неровностей поверхности поля Z_{III} с увеличением длины волн неровностей возрастает. Зависимость минимальных $Z_{\text{III}}^{\text{min}}$, см, максимальных $Z_{\text{III}}^{\text{max}}$, см, и средних $Z_{\text{III}}^{\text{cp}}$, см, значений перепада высоты неровностей рельефа поля от длины волн неровностей L_{III} , м, для условий Южного Урала представлена на рисунке 5, которая показывает, что с увеличением L_{III} значение Z_{III} возрастает [12].

Таким образом, текущее значение глубины заделки семян зависит от характеристик рельефа поверхности поля $Z_{\text{III}}(t)$ и $L_{\text{III}}(t)$ и параметров посевной секции L и L_1 . При известных характеристиках рельефа поля и допустимых значениях колебания сошника по глубине $\sigma_a = \pm 1$ см для зерновых культур и $\sigma_a = \pm 0,7$ см для мелкосеменных культур можно при проектировании выбрать параметры L и L_1 , обеспечивающие эти условия.

Точка крепления посевной секции к раме при движении посевного комплекса по неровностям рельефа поверхности поля $Z_{\text{III}}(t)$ колеблется в определенных пределах и зависит от места их расположения на раме (рис. 6). Величина колебаний рамы посевного комплекса зависит от места расположения опорных колес и шарниров и расстояния между ними. Для определения величины этих колебаний воспользуемся кинематической моделью посевного комплекса, которая позволяет оценить вероятность выполнения агротехнических требований по глубине заделки семян.

В качестве входных воздействий берутся неровности рельефа поля $Z_{\text{III}}(t)$ под опорными колесами (1, 2, ..., 8), оцениваемые перепадами высот в зависимости от расстояний между опорными колесами (X_i и Y_i) (рис. 5), а выходными показателями являются величины колебаний рамы посевной секции $Z_i(t)$ на месте крепления i -й посевной секции (рис. 6).

Тогда для центральной секции посевного комплекса вертикальное перемещение центра тяжести (т. O_2) $Z_{O_2}(t)$ и угловые колебания в продольно-вертикальной плоскости $\varphi_{\text{ц}}(t)$

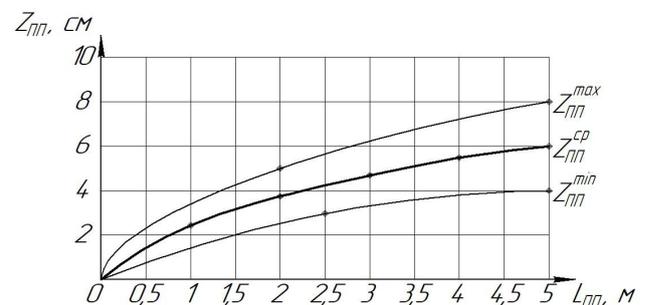


Рис. 5. Зависимость максимального, минимального и средних значений отклонения перепада высот неровностей поля Z_{III} от длины волн неровностей L_{III} при движении агрегата в различных направлениях от 0 до 90° для условий Южного Урала [12]

и поперечно-вертикальной $\psi_{ii}(t)$ плоскостях определяются по выражениям:

$$Z_{0_2}(t) = \frac{y_3 [Z_{\text{пн}2}(t) + Z_{\text{пн}3}(t)]}{2(y_3 + y_n)} + \frac{y_n [Z_{\text{пн}6}(t) + Z_{\text{пн}7}(t)]}{2(y_3 + y_n)};$$

$$\varphi_{ii}(t) = \frac{Z_{\text{пн}6}(t) + Z_{\text{пн}7}(t) - Z_{\text{пн}2}(t) - Z_{\text{пн}3}(t)}{2(y_3 + y_n)};$$

$$\psi_{ii}(t) = \frac{Z_{\text{пн}2}(t) + Z_{\text{пн}6}(t) - Z_{\text{пн}3}(t) - Z_{\text{пн}7}(t)}{2x_5},$$

где x_5 – база центральной секции посевного комплекса, м;

$(y_3 + y_n)$ – расстояние между передними и задними рядами колес, м.

При известных $Z_{0_2}(t)$, $\varphi_{ii}(t)$, $\psi_{ii}(t)$ можно определить вертикальные перемещения точек крепления посевных секций на центральной секции посевного комплекса:

$$Z_{ii}(t) = Z_{0_2}(t) + y_{ii}\varphi_{ii}(t) - x_{ii}\psi_{ii}(t), \quad (10)$$

где y_{ii} и x_{ii} – координаты точки крепления i -й посевной секции на раме относительно центра тяжести центральной секции (т. O_2) по осям y и x , м.

Для определения вертикальных перемещений точек крепления посевной секции к раме на боковых секциях необходимо определить вертикальные перемещения шарниров $Z_{\text{ш}1}(t)$, $Z_{\text{ш}2}(t)$, $Z_{\text{ш}3}(t)$, $Z_{\text{ш}4}(t)$ в виде:

$$Z_{\text{ш}1}(t) = Z_{0_2}(t) + y_{\text{ш}1}\varphi_{ii}(t) - x_{\text{ш}1}\psi_{ii}(t);$$

$$Z_{\text{ш}2}(t) = Z_{0_2}(t) + y_{\text{ш}1}\varphi_{ii}(t) + x_{\text{ш}2}\psi_{ii}(t);$$

$$Z_{\text{ш}3}(t) = Z_{0_2}(t) + (y_{\text{ш}1} + y_{\text{ш}2})\varphi_{ii}(t) - x_{\text{ш}1}\psi_{ii}(t);$$

$$Z_{\text{ш}4}(t) = Z_{0_2}(t) + (y_{\text{ш}1} + y_{\text{ш}2})\varphi_{ii}(t) + x_{\text{ш}2}\psi_{ii}(t).$$

При известных $Z_{\text{пн}1}(t)$, $Z_{\text{пн}5}(t)$, $Z_{\text{ш}1}(t)$ и $Z_{\text{ш}3}(t)$ можно определить для левой боковой секции вертикальное перемещение центра тяжести (т. O_1) $Z_{0_1}(t)$ и угловые колебания в про-

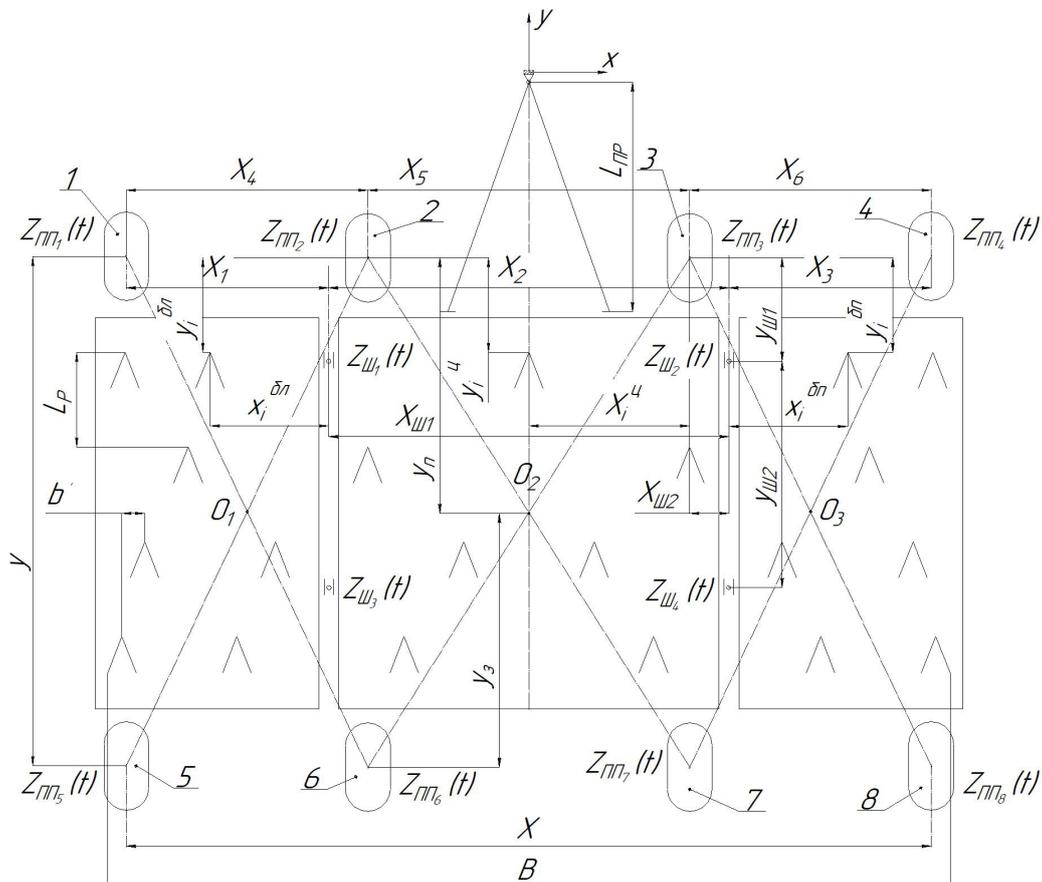


Рис. 6. Расчетная схема посевного комплекса ПК-12



должно вертикальной $\varphi_{\text{бл}}(t)$ и поперечно-вертикальной $\psi_{\text{бл}}(t)$ плоскостях в виде:

$$Z_{0_1}(t) = \frac{y_3 [Z_{\text{III}_1}(t) + Z_{\text{III}_2}(t)]}{2(y_3 + y_n)} + \frac{y_n [Z_{\text{III}_5}(t) + Z_{\text{III}_6}(t)]}{2(y_3 + y_n)};$$

$$\varphi_{\text{бл}}(t) = \frac{Z_{\text{III}_5}(t) + Z_{\text{III}_6}(t) - Z_{\text{III}_1}(t) - Z_{\text{III}_2}(t)}{2(y_3 + y_n)}; \quad (12)$$

$$\psi_{\text{бл}}(t) = \frac{Z_{\text{III}_1}(t) + Z_{\text{III}_5}(t) - Z_{\text{III}_1}(t) - Z_{\text{III}_3}(t)}{2x_1}.$$

При известных $Z_{0_1}(t)$, $\varphi_{\text{бл}}(t)$ и $\psi_{\text{бл}}(t)$ можно определить вертикальные перемещения точек крепления посевной секции на левой боковой секции посевного комплекса:

$$Z_{\text{бл}_i}(t) = Z_{0_1}(t) + y_{i_{\text{бл}}} \varphi_{\text{бл}}(t) - x_{i_{\text{бл}}} \psi_{\text{бл}}(t), \quad (13)$$

где $y_{i_{\text{бл}}}$ и $x_{i_{\text{бл}}}$ – координаты точки крепления i -й посевной секции на левой боковой секции относительно центра ее тяжести (т. O_1) по осям y и x , м.

Аналогично можно определить для правой боковой секции вертикальные перемещения центра тяжести (т. O_3) $Z_{0_3}(t)$ и угловые коле-

бания в продольно-вертикальной $\varphi_{\text{бл}}(t)$ и поперечно-вертикальной $\psi_{\text{бл}}(t)$ плоскостях в виде:

$$Z_{0_3}(t) = \frac{y_3 [Z_{\text{III}_3}(t) + Z_{\text{III}_4}(t)]}{2(y_3 + y_n)} + \frac{y_n [Z_{\text{III}_7}(t) + Z_{\text{III}_8}(t)]}{2(y_3 + y_n)};$$

$$\varphi_{\text{бл}}(t) = \frac{Z_{\text{III}_7}(t) + Z_{\text{III}_8}(t) - Z_{\text{III}_3}(t) - Z_{\text{III}_4}(t)}{2(y_3 + y_n)}; \quad (14)$$

$$\psi_{\text{бл}}(t) = \frac{Z_{\text{III}_4}(t) + Z_{\text{III}_7}(t) - Z_{\text{III}_2}(t) - Z_{\text{III}_4}(t)}{2x_3}.$$

При известных $Z_{0_3}(t)$, $\varphi_{\text{бл}}(t)$ и $\psi_{\text{бл}}(t)$ можно определить вертикальные перемещения точек крепления посевной секции на правой боковой секции посевного комплекса:

$$Z_{\text{бл}_i}(t) = Z_{0_3}(t) + y_{i_{\text{бл}}} \varphi_{\text{бл}}(t) - x_{i_{\text{бл}}} \psi_{\text{бл}}(t), \quad (15)$$

где $y_{i_{\text{бл}}}$ и $x_{i_{\text{бл}}}$ – координаты точки крепления i -й посевной секции на правой боковой секции относительно центра ее тяжести (т. O_3) по осям y и x , м.

При известных значениях величин вертикального перемещения точек крепления посевных секций на центральной и боковых секциях

Таблица 1 – Исходные данные посевного комплекса ПК-12 для расчетов

№ п/п	Название параметра	Обозначение	Единица измерения	Значения параметра
1	Расстояние между передним и задним опорным колесом	y	м	6,2
2	Длина прицепного устройства	$L_{\text{ПП}}$	м	5,5
3	Расстояние между рядами	L_p	м	0,6
4	Ширина междурядья	b'	м	0,25
5	База центральной секции посевного комплекса	$y_{\text{П}}$	м	3,1
6	База центральной секции посевного комплекса	y_3	м	3,1
7	Расстояние между шарнирами	X_{III_1}, X_2	м	3,6
8	Расстояние между шарниром и опорным колесом	X_{III_2}	м	0,4
9	Расстояние между шарнирами	Y_{III_1}	м	1,4
10	Расстояние между шарниром и опорным колесом	Y_{III_2}	м	2,8
11	Расстояние между колесами на центральной секции	X_5	м	2,75
12	Расстояние между колесами на центральной и боковой секции	X_4, X_6	м	3,75
13	Расстояние между колесом боковой секции и шарниром на центральной секции	X_1, X_3	м	3,3

можно определить жесткость пружин и величину сжатия и растяжения пружин поджатия посевных секций в процессе их перемещения по известному рельефу поверхности поля.

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 1.

По полученным зависимостям при известных характеристиках рельефа поверхности поля, конструктивных параметрах рамы посевного комплекса и месторасположения опорных колес определены вертикальные перемещения центра тяжести центральной и боковых секций Z_{O1}, Z_{O2}, Z_{O3} и продольные и поперечные колебания рамы относительно центров тяжести центральной и боковых секций $\varphi_{ц}, \psi_{ц}, \varphi_{бл}, \psi_{бл}, \varphi_{бп}, \psi_{бп}$. Результаты расчетов представлены на рисунках 7–9.

Из полученных данных следует, что в процессе работы вертикальные перемещения центров тяжести центральной секции находятся в пределах от 2–4 см, боковых секций от 1–4,3 м, а угловые колебания не превышают ± 1 градуса.

При известных параметрах вертикальных перемещений и угловых колебаний центральной и боковых секций определены вертикальные перемещения точек крепления посевных секций на центральной и боковых секциях, наиболее удаленных от центров их тяжести. Результаты расчетов представлены на рисунке 10, которые показывают, что максимальные перемещения находятся в пределах от 1 до 5,5 см, что меньше максимальных значений перепада высот неровностей рельефа поля ($Z_{III} = 7$ см), поскольку посевные секции расположены между опорными колесами ближе к центру тяжести соответствующей секции.

Полученные данные показывают, что установленные на посевной секции пружины поджатия должны иметь свободный ход поджатия после установки предварительного сжатия пружины на величину не менее 5,5 см. С учетом различных условий работы величину свободного хода пружины h , м, принимаем равной $h = 0,06$ м. Тогда при известной силе поджатия

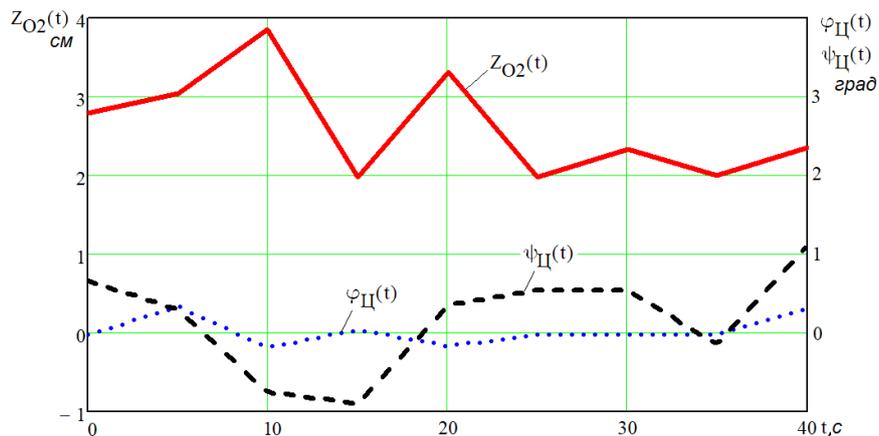


Рис. 7. Зависимости изменения $Z_{O_2}(t)$, см и $\varphi_{ц}(t)$ и $\psi_{ц}(t)$ град, центральной секции от времени опыта t , с

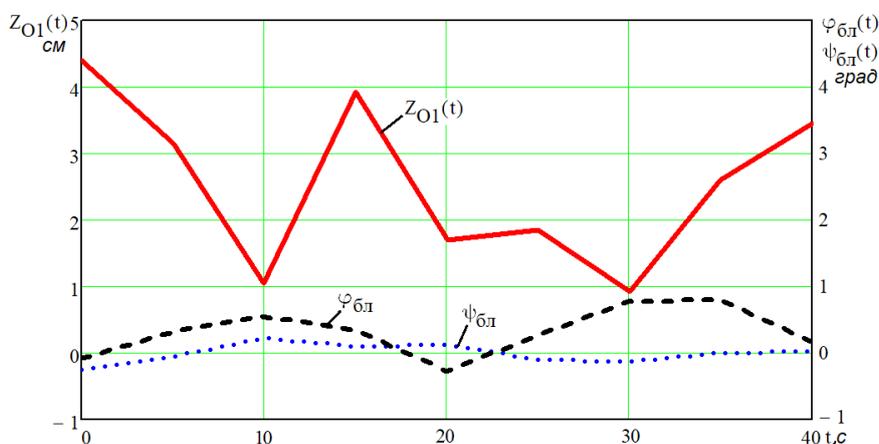


Рис. 8. Зависимости изменения $Z_{O_1}(t)$, см и $\varphi_{бл}(t)$ и $\psi_{бл}(t)$ град, левой боковой секции от времени опыта t , с



пружины F_{Π} , кН, можно определить жесткость пружины c , кН/м, как $c = F_{\Pi}/h$.

При установленных параметрах пружины поджатия посевной секции изучены влияния параметров посевной секции на характер изменения рельефа дна борозды и глубины хода сошников при перемещении посевной секции по синусоидальному рельефу с разной длиной волн неровностей $L_{\Pi\Pi}$, м, с амплитудой $Z_{\Pi\Pi}$, соответствующей длине $L_{\Pi\Pi}$ (рис. 5). Результаты расчетов предоставлены на рисунке 11. Расчеты проведены для максимальных значений $Z_{\Pi\Pi \max}$. На рисунке 11 представлены траектории перемещения носка сошника, установленного в середине между опорным и прикатывающим колесами, образующими рельеф дна борозды, при движении по синусоидальному рельефу с разной $L_{\Pi\Pi}$ и $Z_{\Pi\Pi}$ с базой сошника $L = 0,70$ м и $L = 1,1$ м.

Видно, что средняя величина колебаний дна борозды $Z_{\text{дб}}$, образуемой сошником, копирует рельеф поверхности поля с уменьшением амплитуды колебаний в два раза. Однако текущие значения $Z_{\text{дб}}$ зависят от соотношения расстояний $L_{\Pi\Pi}$ и L . При $L_{\Pi\Pi} = L$ происходят

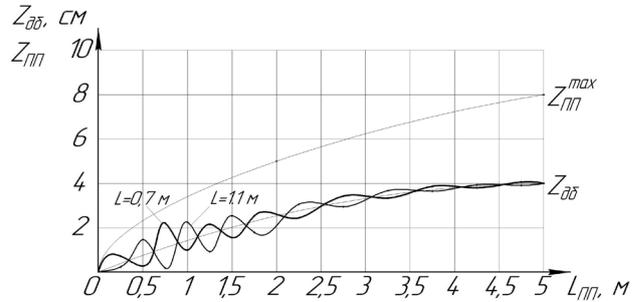


Рис. 11. Зависимости колебаний рельефа дна борозды при движении посевной секции по неровностям рельефа поля с различной длиной волн неровностей $L_{\Pi\Pi}$, м

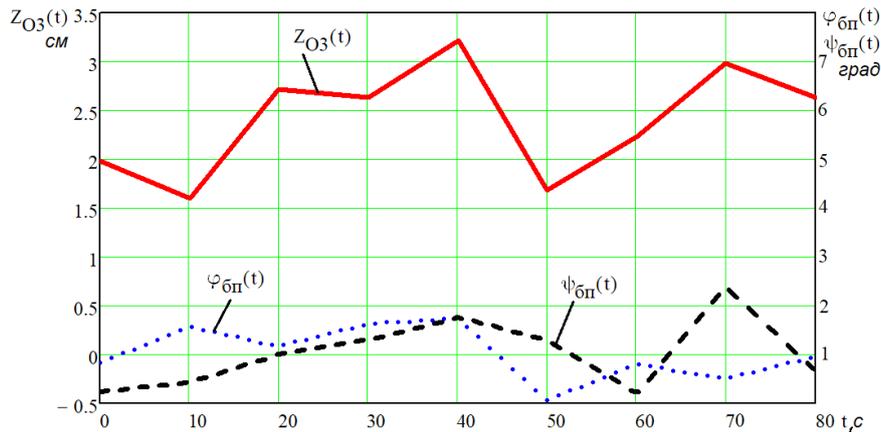


Рис. 9. Зависимости изменения $Z_{0_3}(t)$, см и $\varphi_{0\Pi}(t)$ и $\psi_{0\Pi}(t)$ град, правой боковой секции от времени опыта t , с

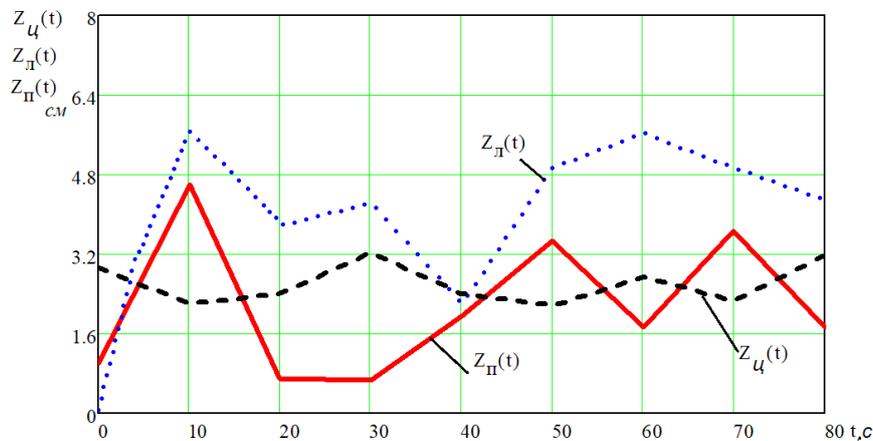


Рис. 10. Зависимости максимальных значений вертикальных перемещений точек крепления посевных секций к раме посевного комплекса на центральной $Z_{\Pi}(t)$ см, и боковых левой $Z_{\Pi}(t)$ см, и правой $Z_{\Pi}(t)$ см, секции от времени опыта t , с

резонансные, наибольшие колебания сошника относительно среднего его значения, а при увеличении $L_{\text{ПП}}$ м, колебания сошника относительно среднего значения уменьшаются и при $L_{\text{ПП}} \geq 6L$ траектория перемещения сошника полностью копирует рельеф поверхности поля, что подтверждает условия (8). Установлено, что с уменьшением L величина колебаний $Z_{\text{дб}}$ относительно среднего значения уменьшается, что улучшает устойчивость хода сошника по глубине посева.

На рисунках 12–15 представлены зависимости среднеквадратического отклонения рельефа дна борозды $\sigma_{Z_{\text{дб}}}$, мм, и среднеквадратического отклонения глубины хода сошника σ_a , мм, от длины волн неровностей $L_{\text{ПП}}$, м, при значениях $L = 0,7$ м и $L = 1,1$ м. Из представленных данных видно, что с уменьшением расстояния между опорным и прикатывающим колесами L , $\sigma_{Z_{\text{дб}}}$, мм, снижаются, что показывает на целесообразность уменьшения расстояния L . С учетом конструктивных требований, с целью обеспече-

ния регулировок посевной секции, проведения свободной замены сошников и ухода за ними расстояние L принимаем равным $L = 0,9$ м, при установке сошников в середине между опорным и прикатывающим колесами.

Результаты полевых опытов, проведенных в ООО «Хлебинка» Верхнеуральского района Челябинской области, представлены в таблице 2.

Результаты полевых опытов показывают, что предлагаемая универсальная конструктивная схема посевной секции обеспечивает выполнение посева с соблюдением агротехнических требований к глубине хода сошника

Таблица 2 – Результаты полевых опытов в ООО «Хлебинка» (1–2.06.2020)

V_a , км/ч	a , см	σ_a , см	a , см	σ_a , см
7	5,1	0,33	8,4	0,53
9	5,1	0,35	8,4	0,54
11	5,1	0,37	8,4	0,58

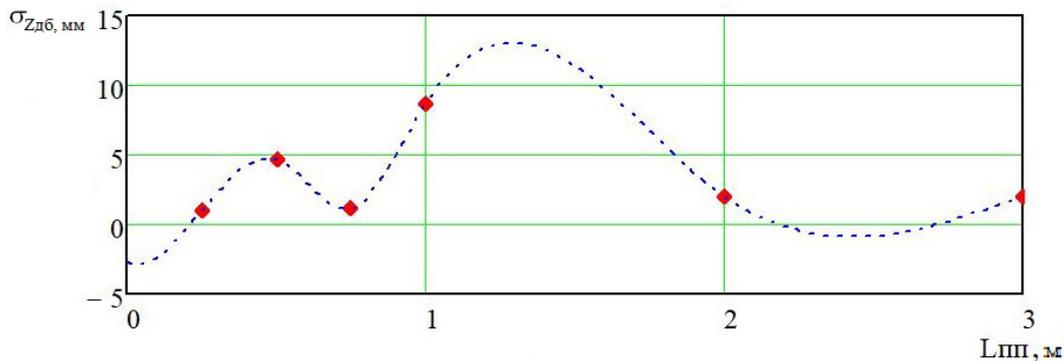


Рис. 12. Зависимость среднеквадратического отклонения рельефа дна борозды $\sigma_{Z_{\text{дб}}}$, мм, от длины волн неровностей $L_{\text{ПП}}$, м при $L = 1,1$ м

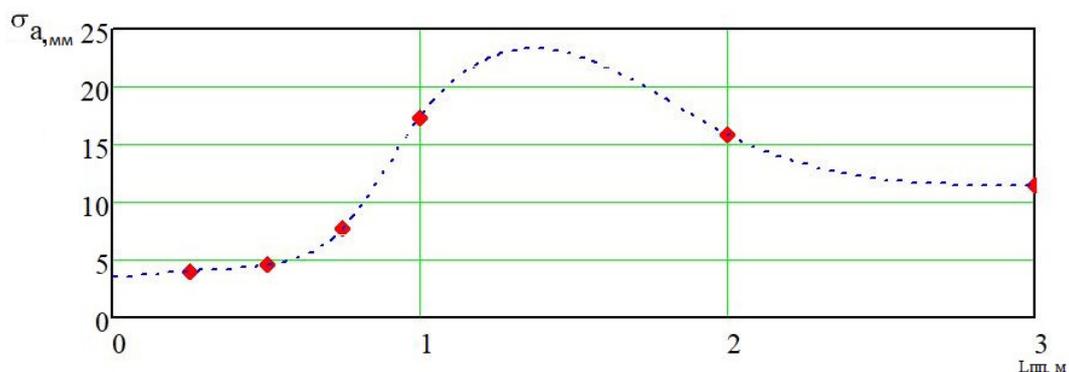


Рис. 13. Зависимость среднеквадратического отклонения глубины хода сошника σ_a , мм, от длины волн неровностей $L_{\text{ПП}}$, м при $L = 1,1$ м



($\sigma_a = 0,33-0,58$ см), что ниже допустимых значений среднеквадратического отклонения глубины хода сошника для различных культур ($[\sigma_a] = 0,70-1,0$ см). Полученные данные подтверждают возможность использования разработанной посевной секции на сеялках и посевных комплексах для посева зерновых, технических и кормовых культур.

Заключение

На основе проведенных исследований установлена конструктивная схема посевной секции, параметры пружины поджатия, которые обеспечивают выполнение своей функции в различных условиях работы, установлены параметры посевной секции, обеспечивающие выполнение агротехнических требований к посеву семян зерновых, технических и кормовых культур. Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали возможность использования разработанной посевной секции на сеялках с механическим и пневматическим высевом семян.

Список литературы

1. Козаченко А. П. Состояние, почвенно-экологическая оценка и процессы реабилитации и использования земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области на основе адаптивно-ландшафтной системы земледелия : монография. Челябинск, 2004. 380 с.
2. Мальцев Т. С. Система безотвального земледелия. М. : Агропромиздат, 1988. 126 с.
3. Почвозащитное земледелие / под общ. ред. А. И. Бараева. М. : Колос, 1975. 304 с.
4. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области : монография / В. С. Зыбалов [и др.]. Челябинск, 2016. 266 с.
5. Управление плодородием почв Челябинской области : монография / В. С. Зыбалов [и др.]. Челябинск, 2018. 193 с.
6. На пути к «сухому земледелию». Режим доступа : <https://regnum.ru/news/economy/2252095.html>.
7. Сеялка Rogro. Режим доступа : <http://zhanakhay.com/newtech/porgo.html>.

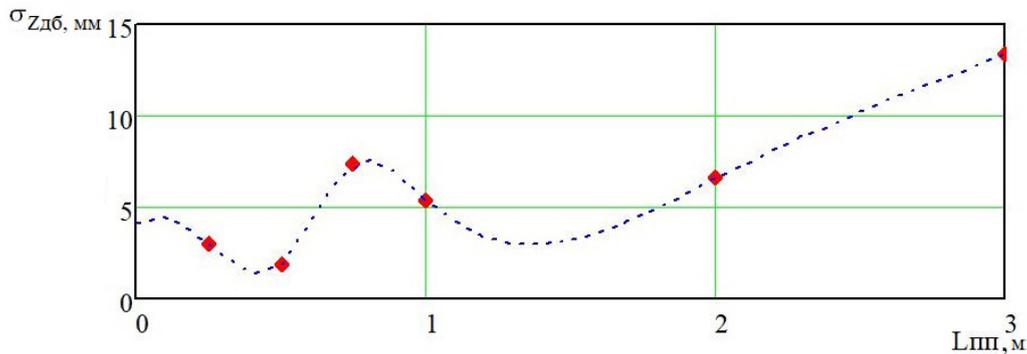


Рис. 14. Зависимость среднеквадратического отклонения рельефа дна борозды σ_{Zdb} , мм, от длины волн неровностей L_{III} , м при $L = 0,75$ м

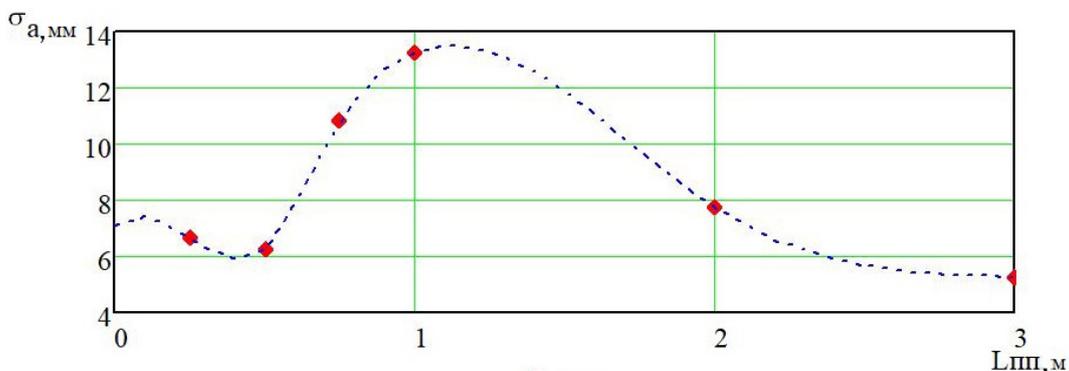


Рис. 15. Зависимость среднеквадратического отклонения глубины хода сошника σ_a , мм, от длины волн неровностей L_{III} , м при $L = 0,75$ м

8. Пат. 192232 РФ, МПК А01С7/00. Посевная секция для сеялок с механическим или пневматическим высевом семян / Р. С. Рахимов [и др.] ; заявл. 10.04.2019 ; опубл. 09.09.2019, Бюл. № 25.

9. Пат. 197076 РФ, МПК А01К7/00. Посевная секция для посева сельскохозяйственных культур / Р. С. Рахимов [и др.] ; заявл. 09.01.2020 ; опубл. 27.03.2020, Бюл. № 9.

10. Пат. 193943 РФ, МПК А01С7/00; А01В 49/06. Широкозахватный комбинированный

агрегат для посева сельскохозяйственных культур / Р. С. Рахимов [и др.] ; заявл. 27.07.2019 ; опубл. 21.11.2019, Бюл. № 33.

11. Рахимов Р. С. Исследование устойчивости хода полунавесных плугов по глубине вспашки : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1971. 197 с.

12. Рахимов Р. С. Повышение эффективности технологического процесса работы противозерозионных почвообрабатывающих машин : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 1990. 434 с.

Рахимов Раис Саитгалеевич, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Рахимов Ильдар Раисович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Фетисов Евгений Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dgon_ice@mail.ru.

* * *

УДК 631.331+631.331.024.2/.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА УНИВЕРСАЛЬНУЮ ПОСЕВНУЮ СЕКЦИЮ

Р. С. Рахимов, И. Р. Рахимов, Е. О. Фетисов

Конструктивная схема, параметры и тип сошника универсальной посевной секции оказывают основное влияние на ее тяговое сопротивление и силы, действующие на отдельные ее узлы. На работу посевной секции и выполнение ею агротехнических требований оказывает влияние сила ее тяжести и ее параметры. При изменении глубины хода сошника и свойств почвы силовая загруженность посевной секции меняется, и для соблюдения агротехнических требований к посеву возникает необходимость установки дополнительных пружин или гидроцилиндров поджатия. В данной работе составлена расчетная схема и получены уравнения статики для определения усилий поджатия сошников для поддержания их в определенном положении, для анкерных, дисковых и лаповых сошников. Для различных условий работы и глубины хода различных типов сошников получены необходимые значения силы поджатия, обеспечивающие выполнение агротехнических требований к посеву сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: посевная секция, сменные сошники, опорное и прикатывающие колеса, силы, пружины, поджатие, условия работы, допускаемые значения сил.

На тяговое сопротивление посевного комплекса и производительность посевного агрегата оказывают влияние конструктивная схема, сила тяжести отдельных узлов орудия, скорость движения, глубина обработки, свойства почвы и другие факторы. На величину тягового сопротивления и на производительность агрегата, а также на агротехнические показатели работы посевного комплекса большое влияние оказывает конструктивная схема, тип и параметры сошника. В связи с разнообразием почвенно-климатических зон, типов почвы и технологий возделывания посев семян сельскохозяйственных культур производится различными способами, с использованием различных сеялок и посевных комплексов.

Для обеспечения возможности посева различных культур одним посевным комплексом нами разработана универсальная посевная секция, снабженная сменными одно- и двудисковыми, анкерными, килевидными и лаповыми сошниками. Обоснована конструктивная схема и параметры сошника, обеспечивающие выполнение агротехнических требований [1, 2, 3].

Актуальной проблемой при обосновании прочности конструкции является необходимость определения силовой загруженности отдельных узлов посевной секции, имеющей практическое значение при проектировании.

Цель исследований: определить силы, действующие на универсальную посевную

секцию при работе с разными типами сошников, и обосновать силу поджатия пружины для различных условий работы.

Задачи исследования:

- составить расчетную схему для определения сил, действующих на посевную секцию;
- определить силы, действующие на анкерный, дисковый и лаповый сошники;
- определить силу сжатия пружины или гидроцилиндра для обеспечения устойчивости хода сошника по глубине заделки семян;
- определить тяговое сопротивление посевной секции при работе с различными типами сошников.

Условия, материалы и методы

Для проведения прочностных расчетов посевной секции и отдельных ее узлов необходимо определить силы, возникающие в процессе работы посевной секции в наиболее нагруженных условиях при максимальных значениях глубины хода различных типов сошников и удельного сопротивления почвы.

При обоснованных конструктивных параметрах посевной секции [3] можно определить силовую ее нагруженность в различных условиях работы (рис. 1).

В процессе работы на посевную секцию действуют следующие силы:

G – сила тяжести посевной секции, кН;

R_{Xp}, R_Z – горизонтальная и вертикальная составляющие сил, действующих на сошник, кН;

Q_{Xo}, Q_{Zo} – горизонтальная и вертикальная составляющие сил, действующих на опорное колесо, кН;

Q_{Xd}, Q_{Zd} – горизонтальная и вертикальная составляющие сил, действующих на диск или турбодиск, кН;

Q_{Xn}, Q_{Zn} – горизонтальная и вертикальная составляющие сил, действующих на прикатывающее колесо, кН;

F_1, F_2 – сила сжатия пружины в различных вариантах ее установки, кН.

В процессе работы сошники посевной секции заглубляются в почву под действием силы тяжести G , кН, и силы сжатия пружины F_1 или F_2 . При этом сила сжатия пружины:

$$F_1 = c_1 h_1 \text{ и } F_2 = c_2 h_2, \quad (1)$$

где c_1 и c_2 – жесткость пружины, кН/м;

h_1 и h_2 – величина предварительного сжатия пружин, м.

Имеются два варианта установки пружин. Первый вариант предусматривает установку внутри параллелограммного механизма $abcd$ с возникновением силы F_1 и второй вариант с вертикальной установкой с воздействием пружины в шарнире c , создающий усилие F_2 .

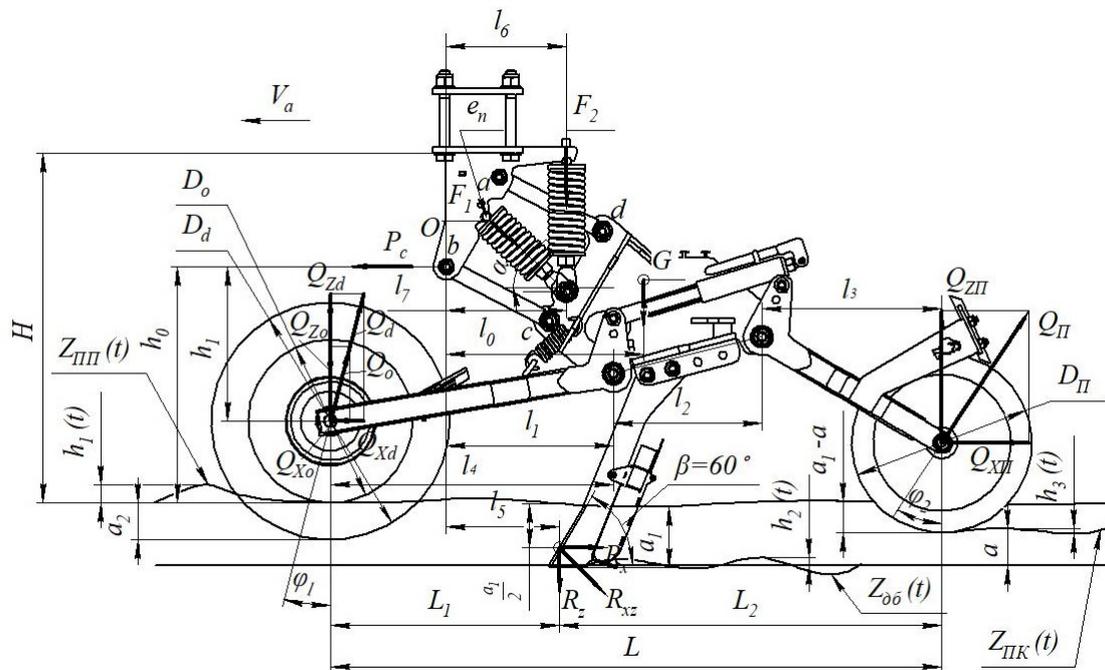


Рис. 1. Силы, действующие на посевную секцию с разными вариантами установки пружин сжатия



Основным условием работы посевной секции с выполнением агротехнических требований является соблюдение расстояния H от поверхности поля до нижней части рамы посевного комплекса при изменении глубины хода сошников. Тогда изменением величины предварительного сжатия пружины создается необходимая величина силы F_1 или F_2 , обеспечивающая допустимые значения реакции почвы на опорном колесе Q_{z0} и на прикатывающем колесе Q_{zn} , при известных значениях сил, действующих на сошники.

Для определения тягового сопротивления посевной секции и необходимой величины силы сжатия пружины F_1 или F_2 составим уравнение суммы моментов относительно точки O , расположенной в шарнире b .

$$\begin{aligned} \sum M_0 = & R_x \left(h_0 + \frac{a_1}{2} \right) + Q_{x0} \left(h_0 - \frac{D_0}{2} \right) + \\ & + Q_{xд} \left(h_0 - \frac{D_0}{2} \right) + Q_{xn} \left(h_0 - \frac{D_n}{2} + (a_1 - a) \right) + \\ & + Q_{zn} (l_1 + l_2 + l_3) - Q_{z0} (l_4 - l_1) - Q_{zn} (l_4 - l_1) - \\ & - R_z l_5 - G l_0 - F_1 l_7 \sin \alpha \quad \text{или} \quad - F_2 l_6 = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет определить величину сил F_1 или F_2 , позволяющих при установленной глубине хода сошника a_1 и известной жесткости пружины c определить величину ее предварительного сжатия h_i .

Тогда:

$$\begin{aligned} F_1 \quad \text{или} \quad F_2 = & \frac{R_x \left(h_0 + \frac{a_1}{2} \right) + Q_{x0} \left(h_0 - \frac{D_0}{2} \right)}{L_7 \sin \alpha \quad \text{или} \quad L_6} + \\ & + \frac{Q_{xд} \left(h_0 - \frac{D_0}{2} \right) + Q_{xn} \left(h_0 - \frac{D_n}{2} + (a_1 - a) \right)}{L_7 \sin \alpha \quad \text{или} \quad L_6} + \\ & + \frac{Q_{zn} (l_1 + l_2 + l_3) - Q_{z0} (l_4 - l_1)}{L_7 \sin \alpha \quad \text{или} \quad L_6} - \\ & - \frac{Q_{zn} (l_4 - l_1) - R_z l_5 - G l_0}{L_7 \sin \alpha \quad \text{или} \quad L_6}. \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения величин силы F_1 или F_2 необходимо определить значения сил, входящих в уравнения (2) и (3). Определим значе-

ния сил, входящих в эти уравнения, при работе с различными типами сошников.

Работа с анкерными сошниками. При работе с анкерными сошниками впереди сошника устанавливается дисковый нож или турбодиск, которые работают на глубине $a_2 \leq a_1$, где a_1 – глубина хода сошника, м. Согласно исследованиям [4], при глубине хода дискового ножа $a_2 = 0,12$ м и удельном сопротивлении $k_1 = 30-40$ кН/м², сила $Q_{xд}$ равна 0,7–0,9 кН. Тогда при глубине хода $a_2 = 0,06$ м и $k_1 = 30-40$ кН/м² примем $Q_{xд} = 0,30-0,40$ кН; и при $Q_{zд} = 1,2Q_{xд}$ сила $Q_{zд}$ равна 0,36–0,48 кН.

В процессе работы опорное колесо должно безотрывно копировать рельеф поверхности поля. Для этого допустимые значения силы реакции почвы на опорное колесо определяются по формуле Грандвуане-Горячкина [5]:

$$Q_{z0} = D_0^2 q b \mu^3, \quad (4)$$

где D_0 – диаметр опорного колеса, м;

q – коэффициент объемного сопротивления почвы, кН/м³, для рыхлой почвы $q = 2000-4000$ кН/м³; по стерне $q = 10\,000-25\,000$ кН/м³;

b – ширина обода опорного колеса, м;

μ – коэффициент перекатывания колеса, для рыхлой почвы $\mu = 0,20-0,25$; по стерне $\mu = 0,1-0,15$.

Тогда для опорного колеса с $D_0 = 0,31$ м и $b = 0,1$ м, перемещающегося по стерне $Q_{z0} = 0,1-0,8$ кН, по рыхлой почве $Q_{z0} = 0,15-0,6$ кН;

$$Q_{x0} = \mu Q_{z0}. \quad (5)$$

Тогда Q_{x0} при перемещении по стерне $Q_{x0} = 0,01-0,12$ кН и по рыхлой почве $Q_{x0} = 0,03-0,15$ кН.

Для прикатывающего колеса, перемещающегося по рыхлой почве, допустимое значение нагрузки на колесо Q_{zn} определяется по формуле (4).

При $D_n = 0,34$ м и $b = 0,04$ м, допустимое значение $Q_{zn} = 0,073-0,29$ кН.

При $D_n = 0,34$ м и $b = 0,15$ м, допустимое значение $Q_{zn} = 0,27-1,08$ кН.

Тогда

$$Q_{xn} = \mu Q_{zn}. \quad (6)$$

При $b = 0,04$ м, $Q_{xn} = 0,015-0,072$ кН.

При $b = 0,15$ м, $Q_{xn} = 0,054-0,27$ кН.

Тяговое сопротивление анкерного сошника определяется по зависимости:

$$R_{xa} = 0,5k_1a_1b_1, \quad (7)$$

где k_1 – удельное сопротивление почвы кН/м²;
 a_1 – глубина заделки семян, м;
 b_1 – ширина зоны рыхления почвы на уровне поверхности поля, м.

Согласно работе [4], для тупых углов установки долота зона деформации почвы сбоку от чизельного рабочего органа при малой глубине определяется по формуле:

$$b_1 = d + 2a_1 \operatorname{tg} \theta, \quad (8)$$

где d – ширина долота сошника, м;
 θ – угол рыхления почвы сбоку рабочего органа, град, $\theta = 40-60^\circ$ [4].

Значение силы R_{za} для анкерных сошников определяется по зависимости:

$$R_{za} = (0,2 - 0,4)R_{xa}. \quad (9)$$

Работа с дисковыми сошниками. При работе с дисковыми сошниками посев производится по обработанной почве, поэтому дисковый нож не устанавливается и в работе участвуют опорное и прикатывающие колеса и дисковый сошник. При этом усилия Q_{z0} , Q_{x0} , Q_{zn} и Q_{xn} определяются аналогично рассмотренному выше. Для работы посевной секции по рыхлой почве тяговое сопротивление двудискового сошника определяется по формуле:

$$R_{xd} = k_0 a_1, \quad (10)$$

где k_0 – коэффициент пропорциональности, кН/м, $k_0 = 2,0 \div 2,8$ кН/м [6];

a_1 – глубина хода сошника, м.

Тогда

$$R_{zd} = (0,75 \div 0,9)R_{xd}. \quad (11)$$

Работа с лаповыми сошниками. При работе с лаповыми сошниками значения сил Q_{z0} , Q_{x0} , Q_{zn} и Q_{xn} определяются аналогично описанному выше. При этом ширина прикатывающего колеса принимается равной ширине полосы высева семян.

Значения силы R_{xn} , кН, определяется как:

$$R_{xn} = qb, \quad (12)$$

где q – удельное сопротивление почвы, на 1 м ширины захвата, кН/м;

b – ширина захвата лапы, м.

Значения q для лап с шириной захвата $b = 0,22-0,33$ м представлены в таблице 1 [6].

При известном значении R_{xn} , кН, можно определить R_{zn} , кН, по формуле:

$$R_{zn} = mR_{xn}, \quad (13)$$

где m – коэффициент пропорциональности.

Значения коэффициента m представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Значения q при различных a_1

a_1 , м	0,06	0,08	0,1	0,12
q , кН/м	0,8–1,0	0,9–1,3	1,1–1,7	1,5–2,1

Таблица 2 – Значения коэффициента m [4]

Условия работы	a_1 , м	$m = \frac{R_z}{R_x}$
При средней влажности почвы и остром лезвии лапы	0,06–0,08	0,32–0,45
	0,1–0,12	0,40–0,54
При повышенной влажности почвы и остром лезвии лапы	0,06–0,08	–0,07–0,15
	0,1–0,12	0–0,25
При пониженной влажности почвы и остром лезвии лапы	0,06–0,08	0,05–0,15
	0,1–0,12	0,12–0,3
На твердых сухих почвах и затупленном лезвии лапы	0,1	0–(–0,2)



При работе посевной секции с различными типами сошников допустимое значение реакции почвы на опорном колесе Q_{z0} и на прикатывающем колесе Q_{zn} имеет определенные данные. Для обеспечения этих усилий на посевной секции предусмотрена возможность изменения передаточного отношения четырехзвенного механизма связи опорного и прикатывающего колес (рис. 2).

Для определения зависимости между силами Q_{z0} и Q_{zn} рассмотрим четырехзвенный механизм $abcd$. Согласно формуле Г.Д. Терскова [7],

$$Q_{z0} = \frac{Q_{zn} l_3}{l_4 i \eta}, \quad (14)$$

где i – передаточное отношение четырехзвенного механизма;

η – КПД четырехзвенного механизма, пример $\eta = 1$.

Для шарнирного четырехзвенного механизма, у которого ведущие и ведомые звенья являются кривошипами,

$$i = \frac{a}{b}. \quad (15)$$

Тогда

$$Q_{z0} = \frac{Q_{zn} l_3 b}{l_4 a \eta}. \quad (16)$$

Или при $\eta = 1$

$$Q_{zn} = \frac{Q_{z0} l_4 a}{l_3 b}. \quad (17)$$

В конструкции посевной секции предусмотрено изменение длин кривошипов ab и cd перестановкой пальцев крепления шатуна в соответствующее отверстие, что позволяет регулировать длину плеч a и b и достичь допустимых значений Q_{zn} и Q_{z0} .

При известных глубине хода сошников и свойств почвы, установленных конструктивных параметрах посевной секции и длины хода пружины при движении посевной секции по неровностям рельефа поверхности поля [3] можно определить силы, действующие на различные типы сошников, реакции почвы на опорные и прикатывающие колеса, а также значения сил F_1 или F_2 , для обеспечения выполнения агротехнических требований к посеву различных сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований

Согласно представленной методике, определены значения сил, действующих на диски, и различные типы сошников, опорное и прикатывающие колеса, представленные на рисунках 3–7. Результаты расчетов показывают, что с увеличением глубины хода рабочих органов a , м, и удельного сопротивления почвы k , кН/м², значения сил, действующих на диск и рабочие органы, возрастают. Величина их возрастания зависит от типа сошника и находится в пределах $R_x = 0,05–2,3$ кН и $R_z = 0,03–0,7$ кН, причем наибольшее тяговое сопротивление имеют анкерные сошники при нулевой технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

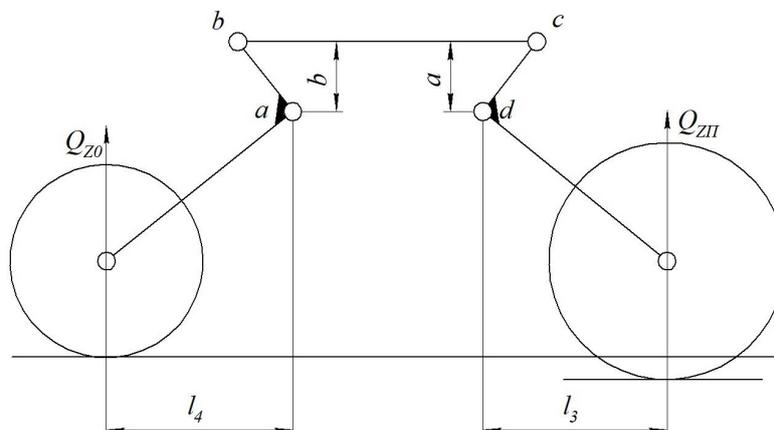


Рис. 2. Четырехзвенный механизм связи опорного и прикатывающих колес

Реакции почвы на опорном и прикапывающем колесах (рис. 7) зависят от места их расположения, коэффициента перекапывания колеса μ и объемного сопротивления почвы q , в зависимости от принятой технологии посева, и находится в пределах от 0 до 3,7 кН.

Зависимость силы сжатия пружины F_1 или F_2 , необходимых для обеспечения выполнения требований к глубине посева семян, для различных типов сошников представлены на рисунках 12–14. Наибольшее значение силы сжатия пружины требуется для анкерных сошников при прямом посеве семян, которая при увеличении глубины заделки семян от 0,03 до 0,15 м и увеличении удельного сопротивления почвы от 20 до 50 кН/м² находится в пределах $F_1 =$

$= 0,03–9,0$ кН, а $F_2 = 0,03–6,3$ кН. Для дисковых и лаповых сошников потребные значения силы сжатия пружины не превышают 1,5 кН. Поэтому параметры пружины должны быть выбраны по максимальному значению силы F_1 и F_2 . Результаты расчетов показывают целесообразность установки пружины сжатия вертикально с силой сжатия F_2 , при которой потребное значение силы для обеспечения работоспособности посевной секции уменьшается.

Согласно представленным данным (рис. 3–10), при известных для конкретной зоны глубины посева семян зерновых и кормовых культур, удельного сопротивления почвы и типа сошника, с которым будет произведен посев, можно определить значение силы F_2 (выбранный вариант),

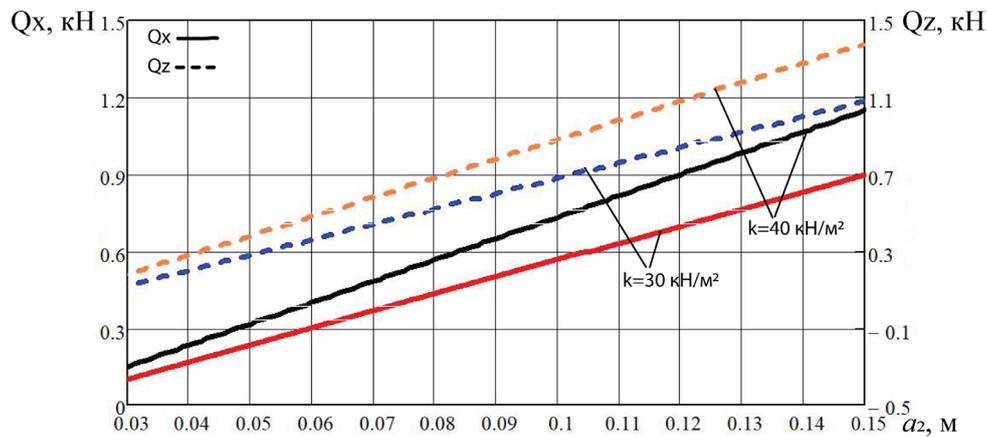


Рис. 3. Зависимость горизонтальной Q_x , кН, и вертикальной Q_z , кН, составляющих сил, действующих на диск или турбодиск, от глубины их заглабления в почву a_2 , м, при различных значениях удельного сопротивления почвы k , кН/м²

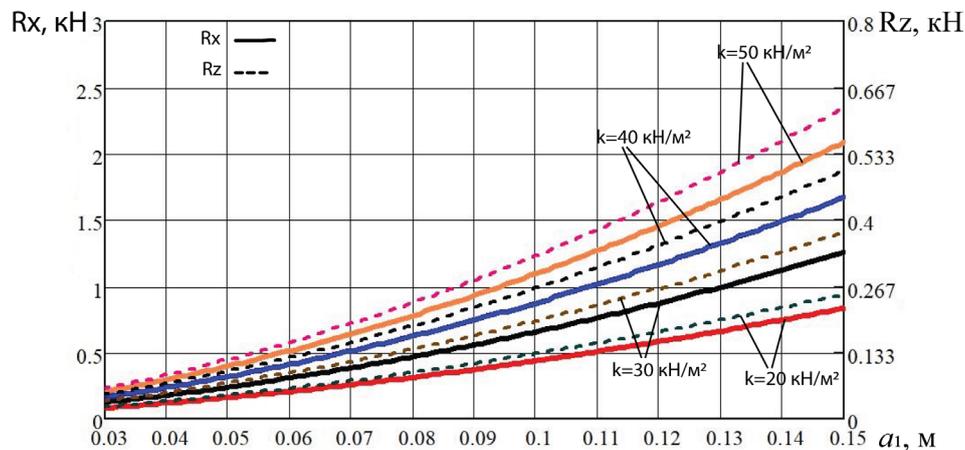


Рис. 4. Зависимость горизонтальной R_x , кН, и вертикальной R_z , кН, составляющих сил, действующих на анкерный сошник, от глубины заделки семян a_1 , м, при различных значениях удельного сопротивления почвы k , кН/м²



необходимой для работы сошника с соблюдением агротехнических требований. Затем, зная максимальную величину перемещения места крепления посевной секции $h = 6$ см [3], можно определить жесткость выбранной пружины, согласно зависимости (1).

В процессе работы опорные и прикатывающие колеса связаны между собой четырехзвенным механизмом, который в зависимости от соотношения плеч a и b регулирует значения сил, действующих на опорное Q_{z0} , кН, и прикатывающее Q_{zn} , кН, колеса (рис. 11). Выбирая допустимые значения сил Q_{z0} и Q_{zn} , можно определить величину передаточного отношения $i = a/b$ (15) и значения плеч a и b и установить выбранные их значения на кронштейнах опорного и прикатывающего колес.

Проведенные расчеты показали, что в процессе работы при изменении положения рамы значение силы F_2 меняется в больших пределах, что ведет к принудительному заглублению или выглублению сошника по глубине и к снижению равномерности заделки семян зерновых и кормовых культур в почву.

Поэтому для обеспечения устойчивости хода сошника по глубине сила F_2 , действующая со стороны пружины на посевную секцию, должна быть постоянной. Этого можно достичь установкой на посевную секцию гидроцилиндра с регулятором давления для поддержания силы поджатия гидроцилиндра постоянной, независимо от колебаний места крепления посевной секции к раме посевного комплекса и колебаний самой посевной секции при движении

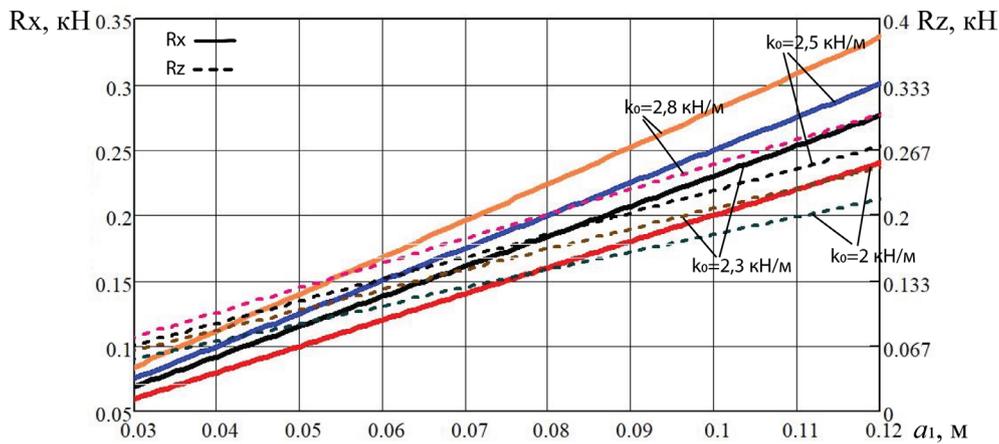


Рис. 5. Зависимость горизонтальной R_x , кН, и вертикальной R_z , кН, составляющих сил, действующих на дисковый сошник, от глубины заделки семян a_1 , м, при различных значениях коэффициента пропорциональности k_0 , кН/м

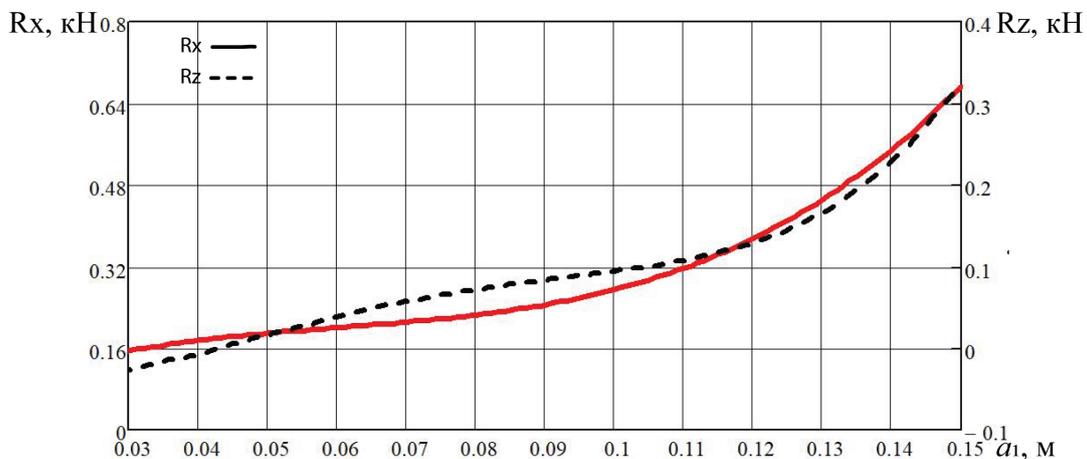


Рис. 6. Зависимость горизонтальной R_x , кН, и вертикальной R_z , кН, составляющих сил, действующих на лаповый сошник, от глубины заделки семян a_1 , м

по неровностям рельефа поверхности поля. При этом постоянное значение силы поджатия – F , кН, необходимое для удерживания сошника на установленной глубине (формула 3), обеспечивается созданием постоянного давления масла в гидросистеме, автоматически удерживаемое регулятором давления с управлением из кабины трактора.

Полученные значения сил, действующих на сошники R_x , кН, на опорное Q_{x0} , кН, и прикатывающее Q_{x1} , кН, колеса и на диск $Q_{xд}$, кН, позволяют определить величину тягового сопротивления посевной секции P при различных значениях глубины хода сошника a_1 , м, и удельного сопротивления почвы k , кН/м² (рис. 12).

Полученные данные показывают, что наибольшее значение тягового сопротивления имеет посевная секция с анкерным сошником для прямого посева, поскольку она снабжена диском для подрезания стерни и растительных остатков, а также зависит от величины удельного сопротивления почвы. Поскольку посев с посевной секцией, снабженный дисковым сошником, производится по обработанной почве, она имеет наименьшее тяговое сопротивление. Представленные значения тягового сопротивления посевной секции и силы, действующие на отдельные узлы посевной секции, используются при проведении прочностных расчетов узлов и деталей посевной секции.

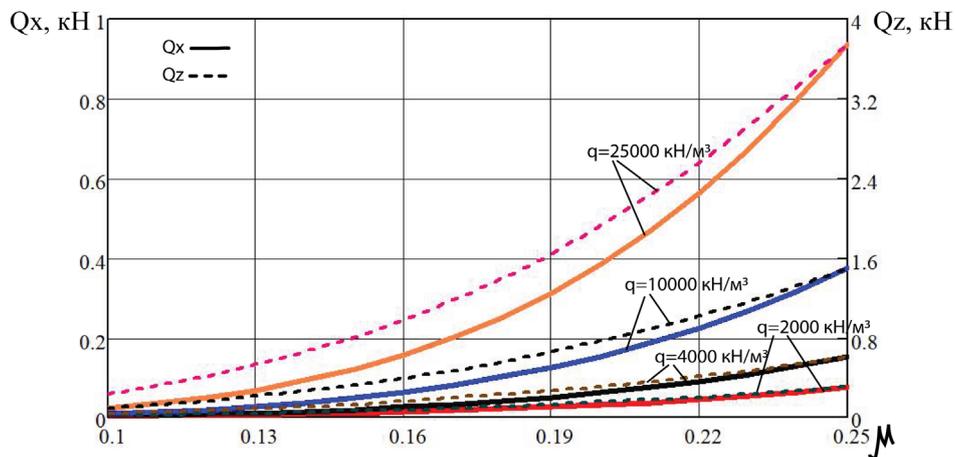


Рис. 7. Зависимость горизонтальной Q_x , кН, и вертикальной Q_z , кН, составляющих сил, действующих на опорное и прикатывающее колеса, от коэффициента перекатывания колеса μ , при различном коэффициенте объемного сопротивления почвы q , кН/м³

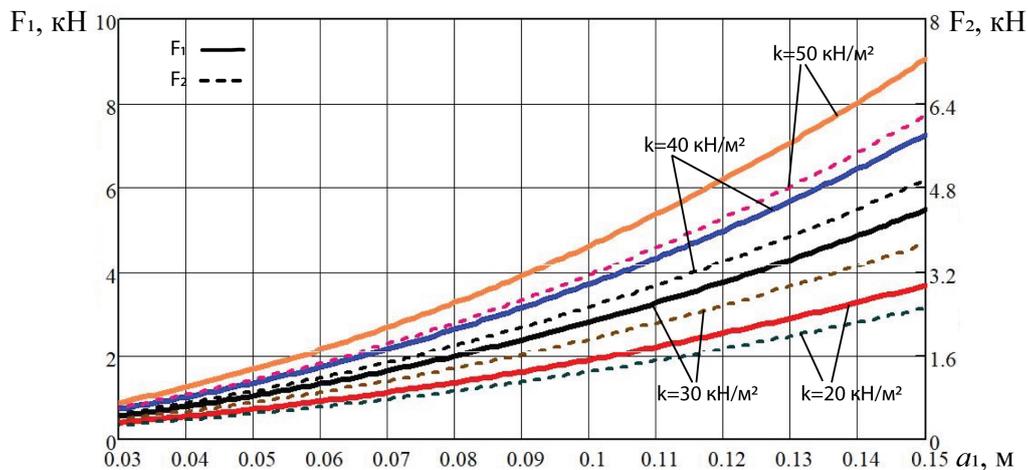


Рис. 8. Зависимость силы сжатия пружины F_1 , кН, и F_2 , кН, действующей на посевную секцию с анкерным сошником, от глубины заделки семян a_1 , м, при различных значениях удельного сопротивления почвы, k , кН/м²



Заклучение

Составлена расчетная схема посевной секции и получена формула для определения силы поджатия пружины, обеспечивающей устойчивость хода сошника по глубине заделки семян. Определены значения сил, действующих на сошники, опорное и прикатывающие колеса и диск, которые позволили рассчитать средние значения сил поджатия пружин для различных типов сошников при изменении глубины посева семян и свойств почвы. Установлено, что при колебаниях места крепления посевной секции к раме посевного комплекса и при колебаниях посевной секции при движении по неровностям

рельефа поля сила, действующая на сошник со стороны пружины, меняется, что ведет к колебаниям глубины заделки семян. Для обеспечения постоянной силы поджатия посевной секции и улучшения устойчивости хода сошника по глубине предложено установить вместо пружины гидроцилиндр с регулятором давления масла в гидросистеме. Тогда гидроцилиндр независимо от положения посевной секции обеспечивает постоянную силу поджатия к поверхности поля, тем самым улучшая устойчивость ее хода по глубине посева. Определено тяговое сопротивление посевной секции с различными типами сошников.

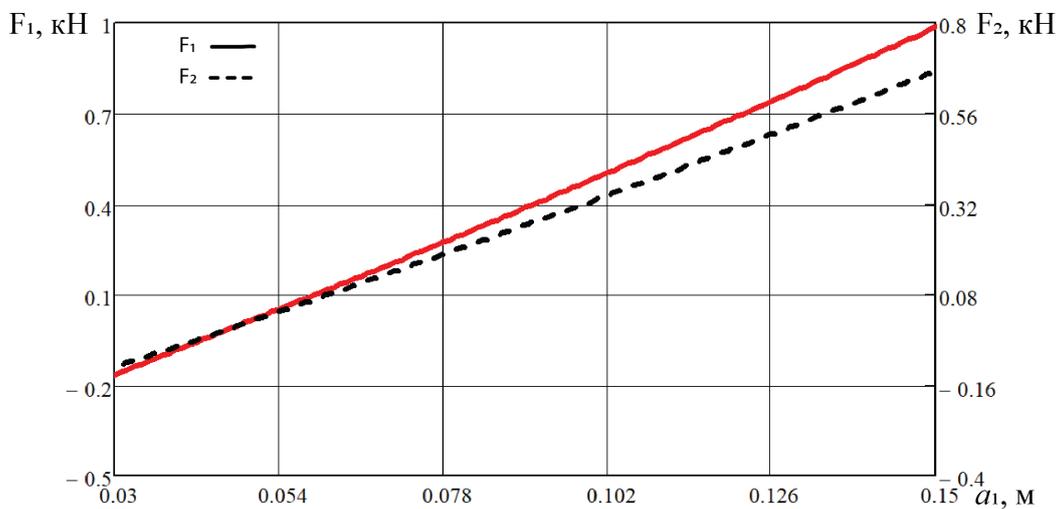


Рис. 9. Зависимость силы сжатия пружины F_1 , кН, и F_2 , кН, действующих на посевную секцию с дисковым сошником, от глубины заделки семян a_1 , м

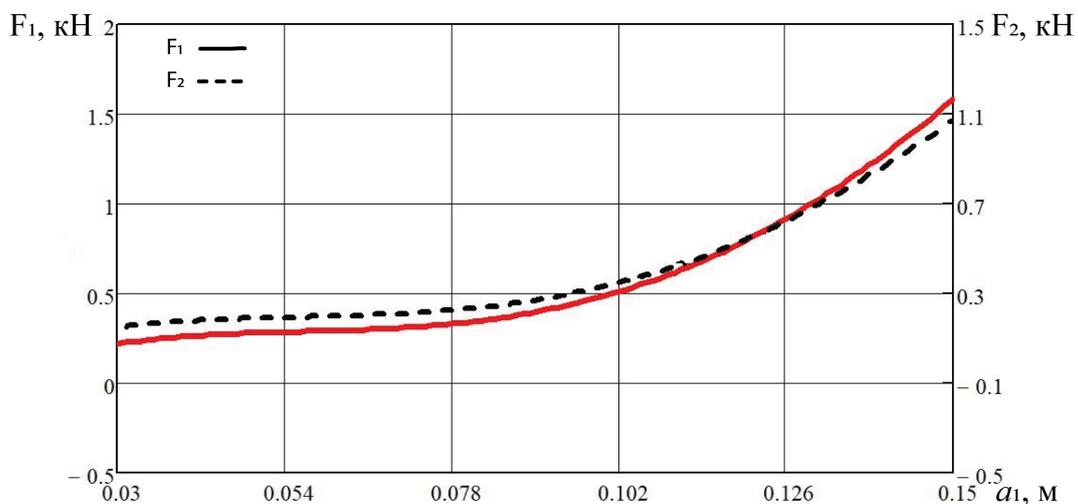


Рис. 10. Зависимость силы сжатия пружины F_1 , кН, и F_2 , кН, действующих на посевную секцию с лаповым сошником, от глубины заделки семян a_1 , м

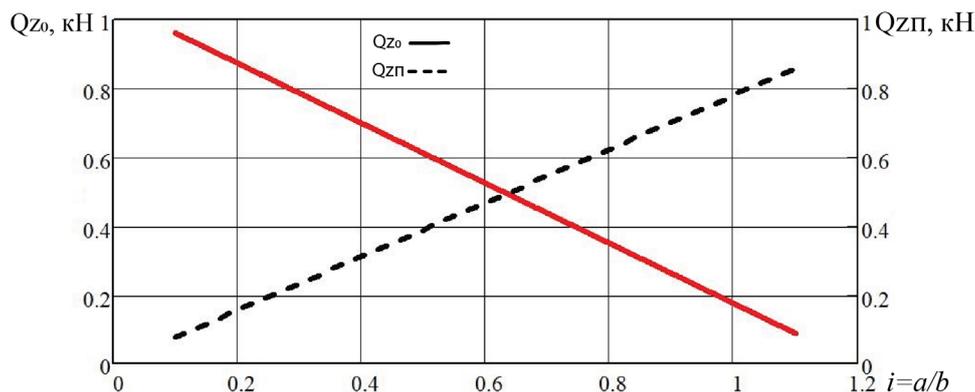


Рис. 11. Зависимость реакции почвы на опорном Q_{zo} , кН, и прикатывающем Q_{zn} , кН, колесах от величины передаточного отношения i плеч a и b

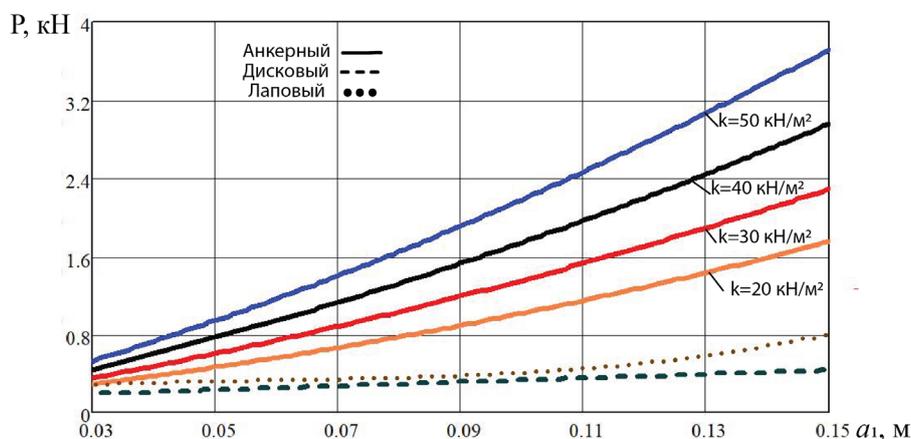


Рис. 12. Зависимость тягового сопротивления посевной секции P , кН, от глубины хода сошников a_1 , м, для различных типов сошников

Список литературы

1. Пат. 192232 РФ, МПК А01С7/00. Посевная секция для сеялок с механическим или пневматическим высевом семян / Р. С. Рахимов [и др.] ; заявл. 10.04.2019 ; опубл. 09.09.2019, Бюл. № 25.
2. Пат. 197076 РФ, МПК А01К7/00. Посевная секция для посева сельскохозяйственных культур / Р. С. Рахимов [и др.] ; заявл. 09.01.2020 ; опубл. 27.03.2020, Бюл. № 9.
3. Рахимов Р. С., Рахимов И. Р., Фетисов Е. О. Обоснование конструктивной схемы и параметров универсальной посевной секции // АПК России. 2020. Т. 27. № 5. С. 785–796.

4. Синееков Г. Н., Панов И. М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М. : Машиностроение, 1977. 328 с.
5. Горячкин В. П. Собрание сочинений : в 3 т. М. : Колос, 1965. Т. 1, 2.
6. Стризов В. А. Введение в основы проектирования машин для посева и посадки. Челябинск, 2007. 111 с.
7. Почвообрабатывающие и посевные машины : курс лекций / В. В. Бледных [и др.]. Челябинск : ЧГАУ, 2004. 236 с.



Рахимов Ильдар Раисович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ildarr@bk.ru.

Фетисов Евгений Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: dgon_ice@mail.ru.

* * *

УДК 621.3.04

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ СИСТЕМ

В. И. Чарыков, В. А. Новикова, А. А. Евдокимов, А. Н. Злыднев

В статье рассмотрены вопросы повышения электрической прочности изоляции электромагнитных систем. Доказано, что если рассматривать модифицированную ингибитором покровную эмаль и эмаль обмоточного провода в виде конденсатора с комбинированным диэлектриком, то тангенс угла диэлектрических потерь полимерного диэлектрика, состоящего из двух компонентов – полимера и ингибитора, меньше, чем тангенс угла диэлектрических потерь диэлектрика из полимера и влаги. Как следствие, повышается влагостойкость изоляции электромагнитных систем.

Ключевые слова: диэлектрик; ингибитор; электрическая прочность; витковая изоляция; конденсатор; тангенс угла диэлектрических потерь.

Для сложных электромагнитных систем возможны два пути повышения надежности – повышение надежности элементов и изменение структурной схемы. Повышение надежности элементов электромагнитных установок – это, в частности, повышение электрической прочности изоляции.

Изоляция любой детали электрической машины должна сохранять высокую надежность в течение всего периода эксплуатации, поэтому к ней предъявляются разносторонние требования, главным из которых является высокая электрическая прочность.

На электрическую прочность изоляции в большей степени влияет содержание в ней

влаги, в то же время электромагнитные аппараты не всегда работают в помещениях с сухим воздухом. Чтобы электрическая прочность изоляции не снижалась во влажных помещениях, в помещениях животноводческих ферм, к примеру, она должна быть защищена. Пропитка в лаке с добавлением ингибитора резко улучшает влагостойкость изоляции, электромагнитный аппарат может работать в среде с влажностью около 100%.

Теоретические исследования

Способность того или иного диэлектрика рассеивать электроэнергию характеризуется определенным для каждого материала показате-



лем – углом диэлектрических потерь δ или его тангенсом $\tan\delta$. Угол диэлектрических потерь – важный параметр как материала диэлектрика, так и электроизоляционной конструкции. Чем больше этот угол, тем больше диэлектрические потери. Иногда определяют добротность участка изоляции, т.е. величину, обратную $\tan\delta$. Тангенс угла диэлектрических потерь, как и диэлектрическая проницаемость δ , тесно связан с полярностью молекул и структурой вещества [1, 2].

Нами предлагается рассматривать участок витковой изоляции в виде конденсатора с комбинированным диэлектриком, соединенным последовательно [3, 4].

Тангенс угла диэлектрических потерь для участка витковой изоляции будет равен

$$\tan \delta_{\text{из}} = \tan \delta_1 + \tan \delta_2, \quad (1)$$

где $\tan\delta_1$ – тангенс угла диэлектрических потерь первого слоя комбинированного диэлектрика.

$$\tan \delta_1 = \frac{\tan \delta_{\text{э.л}}}{1 + \frac{\delta_{\text{э.л}}(d_{\text{э.л}} - d_1)}{d_1}}, \quad (2)$$

$\tan\delta_2$ – тангенс угла диэлектрических потерь второго слоя комбинированного диэлектрика;

$$\tan \delta_2 = \frac{\tan \delta_{\text{п.л}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{п.л}}(d_{\text{п.л}} - d_2)}{d_2}}, \quad (3)$$

где $d_{\text{э.л}}, d_{\text{п.л}}$ – плотность полимера, кг/м^3 ;

d_1, d_2 – плотность диэлектрика, кг/м^3 ;

$\varepsilon_{\text{э.л}}, \varepsilon_{\text{п.л}}$ – диэлектрическая проницаемость соответственно эмалировочного и пропиточного лаков;

$\tan\delta_{\text{п.л}}$ – тангенс угла диэлектрических потерь пропиточного лака;

$\tan\delta_{\text{э.л}}$ – тангенс угла диэлектрических потерь эмалировочного лака.

Очевидно, в сухом состоянии $d_{\text{э.л}} = d_1$; $d_{\text{п.л}} = d_2$, то есть $\tan\delta_1 = \tan\delta_{\text{э.л}}$, а $\tan\delta_2 = \tan\delta_{\text{п.л}}$. Следовательно,

$$\tan \delta_{\text{из}} = \tan \delta_{\text{э.л}} + \tan \delta_{\text{п.л}} = \tan \delta_1 + \tan \delta_2. \quad (4)$$

Электроизоляционная конструкция находится в среде с относительной влажностью

около 100%. Влага в результате диффузии, а также непосредственно через поры и капилляры проникает в полимер, вызывая его «набухание».

Исходя из эквивалентной схемы диэлектрика, предусматривающей последовательное соединение полимеров и влаги:

$$\tan \delta_1 = \frac{\tan \delta_{\text{э.л}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{э.л}} - d_1)}{\varepsilon_{\text{вл}} d_1}} + \frac{\tan \delta_{\text{вл}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{вл}} d_1}{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{э.л}} - d_1)}}; \quad (5)$$

$$\tan \delta_2 = \frac{\tan \delta_{\text{п.л}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{п.л}} - d_2)}{\varepsilon_{\text{вл}} d_2}} + \frac{\tan \delta_{\text{вл}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{вл}} d_2}{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{п.л}} - d_2)}}. \quad (6)$$

Следовательно, $\tan\delta_{\text{из1}}$ последовательно соединенных диэлектриков, а именно эмалировочного и пропиточного лаков, согласно формуле (1), будет равен:

$$\tan \delta_{\text{из1}} = \left[\frac{\tan \delta_{\text{э.л}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{э.л}} - d_1)}{\varepsilon_{\text{вл}} d_1}} + \frac{\tan \delta_{\text{вл}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{вл}} d_1}{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{э.л}} - d_1)}} \right] + \left[\frac{\tan \delta_{\text{п.л}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{п.л}} - d_2)}{\varepsilon_{\text{вл}} d_2}} + \frac{\tan \delta_{\text{вл}}}{1 + \frac{\varepsilon_{\text{вл}} d_2}{\varepsilon_{\text{э.л}}(d_{\text{п.л}} - d_2)}} \right], \quad (7)$$

где $\varepsilon_{\text{вл}}, \tan\delta_{\text{вл}}$ – соответственно диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь воды;

d_1 – плотность эмалировочного лака, подвергшегося воздействию влаги, кг/м^3 ;

d_2 – плотность пропиточного лака, находящегося во влажной атмосфере, кг/м^3 .

Проанализируем формулу (7), значение d_1 и d_2 уменьшается вследствие проникновения в диэлектрик влаги, что в конечном счете приведет к увеличению $\tan\delta_{\text{из1}}$.

В основу рассмотрения защитного действия ингибитора положим гипотезу о том, что ингибитор, диффундируя в полимер по тому же принципу, что и влага, будучи введенным в диэлектрик раньше ее, препятствует проникновению последней.

Исходя из эквивалентной схемы диэлектрика, предусматривающей последовательное соединение полимера и ингибитора,

$$\tan \delta_{из2} = \left[\frac{\tan \delta_{эл}}{1 + \frac{\epsilon_{эл}(d_{эл} - d_3)}{\epsilon_{инг} d_3}} + \frac{\tan \delta_{инг}}{1 + \frac{\epsilon_{инг} d_3}{\epsilon_{эл}(d_{эл} - d_3)}} \right] + \left[\frac{\tan \delta_{пл}}{1 + \frac{\epsilon_{эл}(d_{пл} - d_4)}{\epsilon_{инг} d_4}} + \frac{\tan \delta_{вл}}{1 + \frac{\epsilon_{инг} d_4}{\epsilon_{эл}(d_{пл} - d_4)}} \right], \quad (8)$$

где d_3 – плотность эмалировочного лака с введенным ингибитором, кг/м³;

d_4 – плотность пропиточного лака с введенным ингибитором, кг/м³;

$\epsilon_{инг}$, $\tan \delta_{инг}$ – соответственно диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь ингибитора.

Поскольку ингибитор есть органическое вещество, то $d_3 > d_1$, $d_4 > d_2$, а следовательно, $d_{эл} - d_1 > d_{эл} - d_3$; $d_{пл} - d_2 > d_{пл} - d_4$. В конечном счете $\tan \delta_{из1} > \tan \delta_{из2}$.

Чем больше ингибитора будет введено в изоляцию, тем на меньшую величину увеличится ее $\tan \delta$ во влажной среде животноводческих помещений:

$$\frac{\tan \delta_{из2}}{\tan \delta_{из1}} = K < 1. \quad (9)$$

Выводы

1. Тангенс угла диэлектрических потерь полимерного диэлектрика, состоящего из двух

компонентов – полимера и ингибитора, меньше, чем $\tan \delta$ диэлектрика из компонентов полимера и влаги.

2. Теоретически доказано, что надежность электромагнитной системы электродвигателя или электромагнитного актинизатора молока повышается при работе во влажной среде животноводческих ферм [5].

Список литературы

1. Изоляция электрических машин / под ред. Ю. В. Багалея. М. : ВНИИЭМ, 2011. 143 с.
2. Физика диэлектриков : учеб. пособие / Г. А. Воробьев, Ю. П. Похолков, Ю. Д. Королев, В. И. Меркулов. Томск : Изд-во ТПУ, 2003. 244 с.
3. Чарыков В. И., Пястолов А. А. Влияние ингибиторов на влагостойкость изоляции электродвигателей // Техника в сельском хозяйстве. 1980. № 7. С. 40–41.
4. Чарыков В. И. Пути повышения надежности оборудования животноводческих ферм при помощи модифицированной покровной эмали // Материалы науч.-техн. конф. молодых ученых Зауралья. Курган : КСХИ, 1982. С. 29–30.
5. Квинтэссенция работы концентратора магнитного поля в установке УМС-4М / В. И. Чарыков, А. А. Евдокимов, В. А. Новикова, Л. А. Саплин // АПК России. 2020. № 1. С. 155–158.

Чарыков Виктор Иванович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева.

E-mail: viktor52-chimesh@yandex.ru.

Новикова Валентина Александровна, канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева.

E-mail: nowikova1959@yandex.ru.

Евдокимов Александр Андреевич, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры электроснабжения, Сургутский государственный университет.

E-mail: aleksandr-aae@mail.ru.

Злыднев Андрей Николаевич, аспирант кафедры электрификации и автоматизации сельского хозяйства, Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева.

E-mail: andrey-18-09@mail.ru.

* * *

УДК 631.589.2:631.338.4

АПРОБАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ УРБАНИЗИРОВАННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

С. В. Черепухина, В. В. Деев, Е. М. Басарыгина

Цель работы заключалась в апробации оборудования урбанизированного растениеводства. В результате экспериментальных исследований установлено, что использование фитотрона «Роса-1» и светодиодных светильников «ГЕЛИОС» позволяет выращивать экологически чистые овощи в условиях урбанизированного растениеводства.

Ключевые слова: урбанизированное растениеводство, овощные культуры, вегетационное оборудование, технологическая схема, экологическая чистота.

Увеличение концентрации населения в крупных городах является причиной обострения проблемы бесперебойного обеспечения урбанизированных территорий продуктами питания. Одним из возможных путей решения данной проблемы является развитие инфраструктуры урбанизированного сельского хозяйства [1].

В статье представлены результаты исследований, связанных с апробацией оборудования для урбанизированного растениеводства, проводившиеся в ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Урбанизированное растениеводство, предназначенное для круглогодичного производства продуктов питания, связано со значительными затратами энергии [1–6]. В связи с этим акту-

альной задачей является совершенствование агротехнологий и технических средств, предназначенных для их реализации. Для решения данной задачи ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ и ООО «НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА-СПб» (г. Санкт-Петербург) заключили договор о взаимном сотрудничестве. В соответствии с договором ООО «НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА-СПб», используя производственные возможности, опыт конструирования оборудования, опыт проведения экспериментов в области выращивания культур в закрытом грунте, обязывалось предоставить для апробации вегетационное оборудование. ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, используя научный потенциал, опыт и предыдущие

наработки и знания в области выращивания культур, обязывался проводить экспериментальные исследования на предоставленном оборудовании. В статье представлены результаты первого этапа исследований, задачи которого включали в себя: апробацию оборудования для внесезонного производства продуктов растениеводства в условиях агроурбанистики; составление технологических схем выращивания растений. Технические характеристики фитотрона «Роса-1» приведены в таблице 1.

Для расширения ассортимента выращиваемых культур и увеличения объема получаемой продукции ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ переданы также светильники «ФИТО-СВЕТ», серийный номер ГЕЛИОС-240, разработанные и изготовленные ООО «НЕФТЕХИМ-АВТОМАТИКА-СПб» (табл. 2).

Методы исследования

При выборе агрокультур учитывалось содержание функциональных компонентов; продолжительность вегетационного периода; пищевая и целебная ценность.

В ходе проведения экспериментальных исследований:

- определялись параметры листового аппарата растений: общая площадь листьев (дм^2); индекс листовой поверхности ($\text{м}^2/\text{м}^2$); удельная поверхностная плотность ($\text{г}/\text{дм}^2$);

- фиксировалась продолжительность периода роста и развития до появления бутонов и начала цветения (сут.);

- оценивалась экологическая чистота (по содержанию тяжелых металлов).

Параметры листового аппарата определялись в соответствии со стандартными методиками [7–9]. Содержание химических элементов оценивалось с помощью рентгенофлуоресцентного метода анализа (спектрометр Raynu EDX 720 Shimadzu) в соответствии с прописями методик Application Data Shimadzu.

Результаты исследования

Овощные культуры, отобранные для выращивания на данном этапе исследований, представлены на рисунке 1. Результаты исследований показаны на примере одной из культур – огуречной травы (бораго).

Выращивание огуречной травы осуществлялось в период с декабря 2019 года по апрель 2020 года. Культура выращивалась с использованием фитотрона «Роса-1» и светильников «ФИТО-СВЕТ», серийный номер ГЕЛИОС-240. Составленная технологическая схема выращивания бораго приведена на рисунке 2; фотографии растений – на рисунках 3–5. Показатели листового аппарата, продолжительность роста и развития растений, содержание химических элементов приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 1 – Технические характеристики Фитотрон «Роса-1»

1	Габаритные размеры, мм	1400×700×2400
2	Масса, кг	30
3	Количество ярусов	3
4	Площадь пола, занимаемая установкой, м^2	0,98
5	Режим работы	автоматический
6	Напряжение питания, В: – светотехническое оборудование – ультрафиолетовый стерилизатор – реле с таймером	220...240 12 220...40
7	Потребляемая мощность, Вт	400
8	Номинальная частота питающей сети, Гц	50

Таблица 2 – Технические характеристики Светильник ФИТО-СВЕТ серийный номер ГЕЛИОС-240

1	Габаритные размеры, мм	1360×170×100
2	Масса, кг	12
3	Напряжение питания, В	220...240
4	Потребляемая мощность, Вт	220
5	Номинальная частота питающей сети, Гц	50



* – сокращенный и полный период выращивания

Рис. 1. Выращиваемые овощные культуры

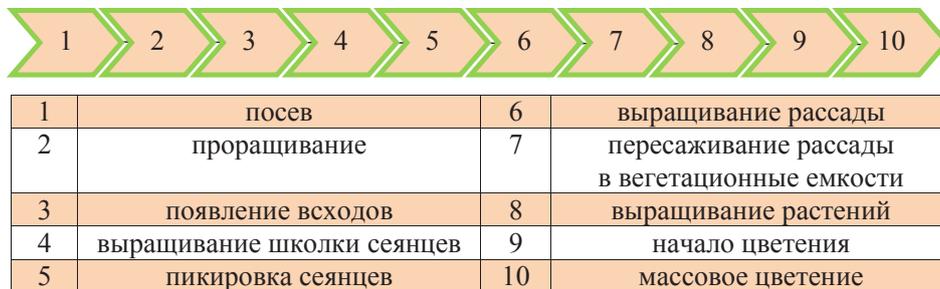


Рис. 2. Технологическая схема выращивания огуречной травы



Рис. 3. Выращивание школки сеянцев с использованием фитотрона «Роса-1»

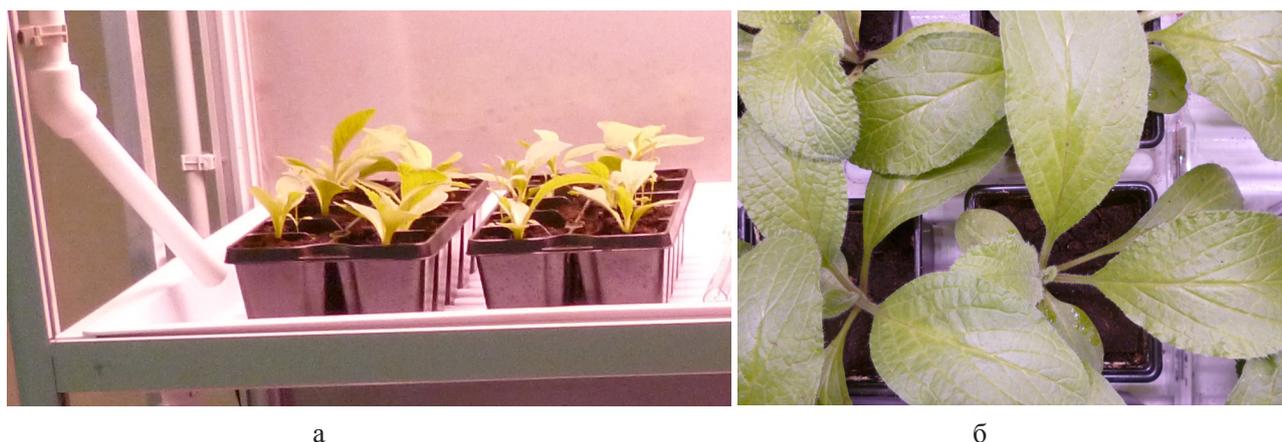


Рис. 4. Выращивание рассады на фитотроне «Роса-1»: а – вид спереди; б – вид сверху



Рис. 5. Цветение огуречной травы

Таблица 3 – Показатели листового аппарата, продолжительность периода роста и развития бораго

Общая площадь листьев, дм ²	Индекс листовой поверхности, м ² /м ²	Удельная поверхностная плотность, г/дм ²	Продолжительность периода роста и развития, сут.	
			появление бутонов	начало цветения
16,18...17,82	1,01...1,11	0,20...0,22	55...59	64...68

Таблица 4 – Содержание химических элементов в листьях бораго, мг/кг продукта

Pb	0,1	As	0,1	Cu	3,0
Cd	0,01	Hg	0,01	Zn	5,7



Анализ результатов экспериментальных исследований показал, что использование фитотрона «Роса-1» и светильников «ГЕЛИОС» позволяет успешно возделывать бораго в условиях урбанизированного растениеводства. Выращенные растения огуречной травы обладали развитым листовым аппаратом: среднее значение общей площади листьев составило 17,0 дм², индекса листовой поверхности – 1,06 м²/м², удельной поверхностной плотности – 0,21 г/дм² (табл. 3).

Содержание тяжелых металлов в листьях огуречной травы ниже допустимого уровня (табл. 4), что указывает на экологическую чистоту продукции урбанизированного растениеводства.

Выводы

Оборудование урбанизированного растениеводства прошло успешную апробацию: использование фитотрона «Роса-1» и светильников «ГЕЛИОС» позволяет выращивать различные овощные культуры в условиях урбанизированного растениеводства. На примере одной из культур (бораго) показана составленная технологическая схема. Приведенные значения показателей листового аппарата, продолжительности вегетационного периода и содержания химических элементов указывают на активный рост и развитие растений, подтверждают экологическую чистоту полученной продукции.

Список литературы

1. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Мин-

сельхоз России ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : НИУ ВШЭ, 2017. 140 с.

2. Managing anaerobic digestate from food waste in the urban environment: Evaluating the feasibility from an interdisciplinary perspective / L. I. Fuldauer, B. M. Parker, R. Yaman, A. Borrión // Journal of Cleaner Production. 2018. № 185. P. 929–940.

3. Artmann M., Sartison K. The role of urban agriculture as a nature-based solution: A review for developing a systemic assessment framework // Sustainability (Switzerland). 2018. № 10 (6). Статья № 1937.

4. Reconciling food security and bioenergy: priorities for action / K. L. Kline [et al.] // GCB Bioenergy. 2017. № 9 (3). P. 557–576.

5. Arrobas M., Lopes H., Rodrigues M. Urban agriculture in Bragança, Northeast Portugal: assessing the nutrient dynamic in the soil and plants, and their contamination with trace metals // Biological Agriculture and Horticulture. 2017. № 33 (1). P. 1–13.

6. Pinna S. Sowing landscapes: Social and ecological aspects of food production in peri-urban spatial planning initiatives – a study from the Madrid area // Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society. 2017. № 5 (1). P. 34–45.

7. Huang Y.-Y., Chen C.-T., Tsai Y.-C. Reduction of temperatures and temperature fluctuations by hydroponic green roofs in a subtropical urban climate // Energy and Buildings. 2016. № 129. P. 174–185.

8. Медведев С. С. Физиология растений. СПб. : БХВ-Петербург, 2013. 512 с.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.

Черепухина Светлана Васильевна, канд. экон. наук, доцент, ректор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: rktr@sursau.ru.

Деев Виталий Вячеславович, исполнительный директор, ООО «Нефтехимавтоматика-СПб».

E-mail: sales@nha-spb.ru.

Басарыгина Елена Михайловна, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Математические и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: b_e_m@mail.ru.

* * *

УДК 631.223.2

ПРОЕКТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ТИПОВОЙ ФЕРМЫ НА 400 КОРОВ НА ОСНОВЕ ПОТОЧНО-ГРУППОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ

Ю. Н. Черновол

Технология разработана применительно к типовой ферме на 400 коров, на которой до реконструкции и технического переоснащения доение осуществлялось в стойлах, в молокопровод. В основу технологии положен принцип обслуживания оператором не конкретных коров, закрепленных за ним, а обслуживание потока животных данной технологической группы или нескольких групп. Такой принцип обслуживания животных в большей степени позволяет использовать узкую специализацию операторов и упрощает процесс группового дифференцированного кормления. Разработано проектное предложение реконструкции и технического переоснащения существующих типовых ферм на 400 коров привязного содержания с переводом на поточно-групповое обслуживание с содержанием в комбибоксах, доением роботами. Роботы размещаются непосредственно в коровниках, что позволяет отказаться от строительства специальных доильных залов. Использование доильных роботов способствует получению молока высшего качества и увеличению производительности труда работников фермы.

Ключевые слова: проектное предложение, фермы с доильными роботами, реконструкция типовой фермы.

Ферма на 400 коров не позволяет в полном объеме использовать эффект поточно-цеховой технологии производства молока с содержанием каждой технологической группы в специализированном помещении. Но при реализации данной технологии необходимо обеспечить (по возможности) принцип дифференцированного обслуживания каждой технологической группы. Проект предусматривает также техническое переоснащение фермы и перевод коров с доения в молокопровод на доильные роботы.

Результаты и их обсуждение

Структура стада в технологических группах после реконструкции коровников приведена в таблице 1.

Согласно этой схеме, на ферме создаются следующие производственно-технологические группы животных со скотоместами для них: группа сухостойных коров за 77 дней до отела; группа нетелей за 77 дней до отела; группа первотелок на контроле по удою в течение 90 дней; группа высокопродуктивных коров с содержанием в течение 275 дней лактации; группа коров на раздое в течение 90 дней; группа глубокостельных коров и нетелей за 18 дней до отела; группа отела за сутки до отела и на сутки-двое после отела; группа молочивных и новотельных коров на 14 дней; группа коров производства молока с содержанием в течение 275 дней.

План коровников представлен на рисунке 1.

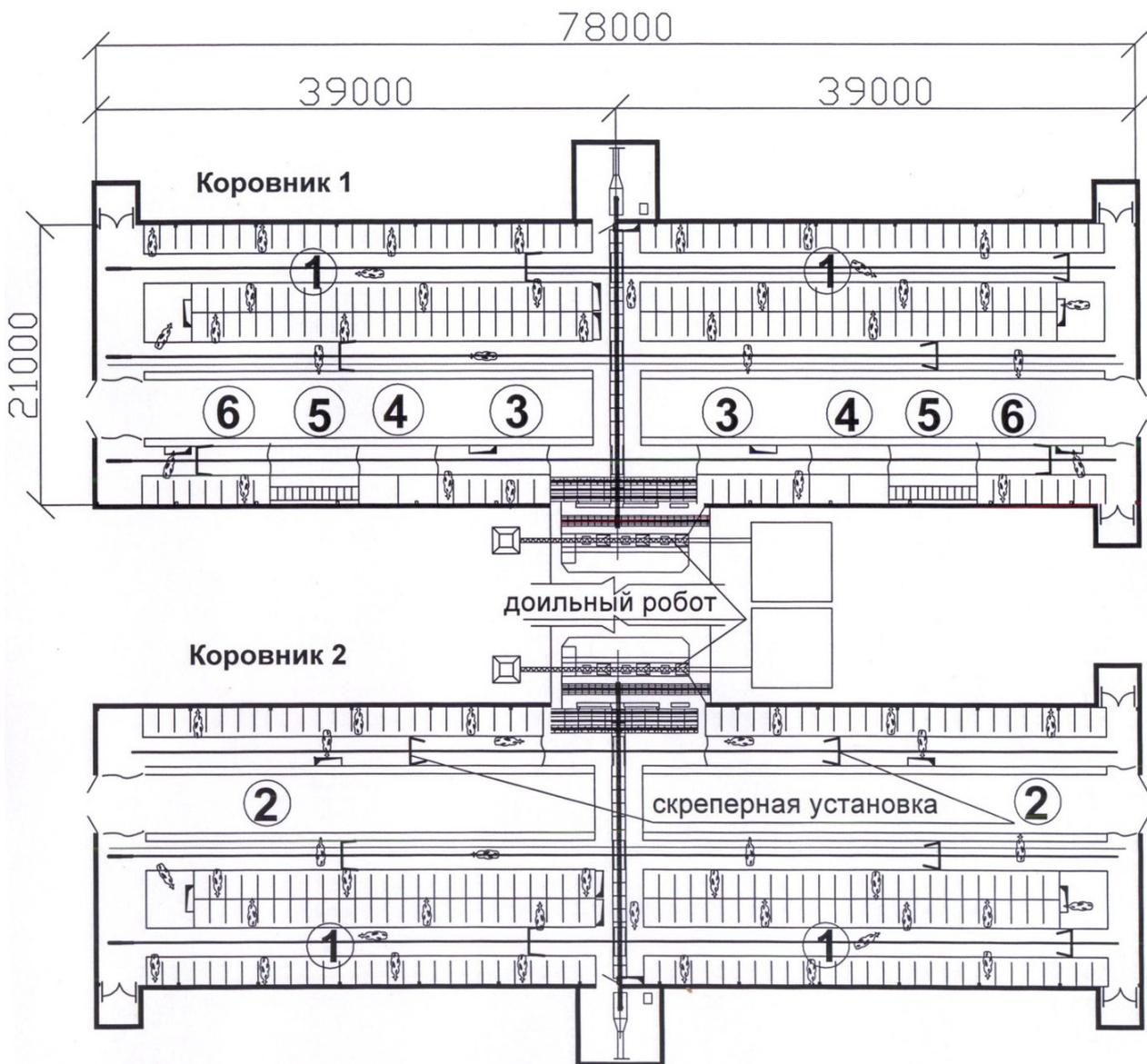


Таблица 1 – поголовье фермы, голов

№ п/п	Технологическая группа	Поголовье
1	Дойные коровы	312
2	Сухостойные и нетели	50
3	Коровы в родильном отделении	14
4	Коровы в домиках для отела	8
5	Телята в профилактории	
6	Отелившиеся коровы родильного отделения	16
	Всего	400

В основу технологии положен принцип обслуживания оператором не конкретных коров, закрепленных за ним, а обслуживание потока животных данной технологической группы или нескольких групп. Такой принцип обслуживания животных в большей степени позволяет использовать узкую специализацию операторов и упрощает процесс группового дифференцированного кормления.

Реализация этого принципа обусловила необходимость специализации коровников. Так, в одном коровнике (№ 1) размещаются 6 секций



1 – дойные коровы; 2 – сухостойные и нетели; 3 – родильное отделение; 4 – домики для отела; 5 – профилакторий для телят; 6 – отелившиеся коровы родильного отделения

Рис. 1. План коровника с доильными роботами на 400 коров

группы коров производства молока и 3 секции группы высокопродуктивных коров, которые имеют продуктивность на 25% и более выше средней по ферме в целом. В другом коровнике (№ 2) размещаются две секции сухостойных коров и нетелей. Первотелки на контроле по удою, две группы коров на раздое. Эффективная работа фермы в целом в данный момент и в будущем во многом определяется успешной работой операторов коровника № 2 и всех специалистов по повышению генетического потенциала (удоя) всего стада. Более полному использованию генетического потенциала всех животных фермы способствует дифференцированное кормление каждой технологической группы.

Продолжительность лактации каждой коровы зависит от ее биологических особенностей и четкого соблюдения на ферме технологических регламентов. Всем комплексом зооветеринарных мероприятий необходимо обеспечить оплодотворение коровы во вторую охоту. В этом случае все коровы фермы в среднем в течение года будут доиться около 300 дней.

Для обеспечения более высокой равномерности отелов по ферме в целом в период наименьших отелов коров необходимо планировать большее количество отелов нетелей.

Способ содержания – беспривязный в боксах с прогулкой на выгульных площадках и доением в станках с доильными роботами, размещаемыми в центре коровника. Нагрузка на один доильный робот 50...52 коровы. Привязный – в родильном отделении. Кормление вволю с кормовых столов полнорационной кормосмесью из силоса или сенажа с комбикормом и патокой однотипно круглый год. Хранение силоса и сенажа – в траншеях.

Удаление навоза – скреперными установками в магистральный поперечный шнек, который транспортирует его в установку УТН-10. Далее навоз транспортируется в крытое хранилище. Навоз с площадок перед доильными роботами удаляется через решетки в шнеки, которые транспортируют его в магистральный шнек. Навоз с выгульных площадок собирается самопогрузчиком и транспортируется в хранилище. Ливневые стоки собираются в специальные емкости. Стоки из доильного зала поступают в жижеборник.

Коровники – из полурамных конструкций шириной 21 м.

Принцип обслуживания животных – индивидуально-групповой.

Принцип формирования технологических групп – по времени отела и продуктивности коров.

В основном технологические группы формируются коровами и нетелями, отелившимися в среднем в течение 30 дней. Разность в продуктивности коров одной секции не должна превышать 4 кг.

В контрольной секции первотелок оценивают по удою, жирномолочности, признакам пригодности к машинному доению и обследуют на заболеваемость маститом.

Отбираемые для комплектования ферм первотелки должны удовлетворять следующим требованиям:

- среднесуточный удой на 2-м месяце лактации не ниже 15,5 кг;
- удой за первые 90 дней лактации не менее 1400 кг;
- удой за 305 дней лактации не менее 3500 кг;
- средняя скорость молоковыведения из вымени при 2-кратном доении не менее 1,55 кг/мин;
- продолжительность холостого доения отдельных долей вымени не должна превышать 1 минуты;
- полнота выдаивания при машинном доении не должна быть менее 99%, вымя должно быть с сосками цилиндрической или конической формы длиной 60...90 мм, диаметром 25...30 мм;
- удой из передних долей вымени не менее 40% общего удоя из вымени;
- продолжительность доения коровы не менее 3 мин. и не более 8 мин;
- нетели на ферму должны поступать обезроженными.

Учет молочной продуктивности осуществляют по ежедекадным контрольным дойкам в течение 100 дней лактации, процент жира и белка определяют 1 раз в месяц.

Осуществляется авансированное кормление с корректировкой рациона каждые 10 дней. Оценка на пригодность к машинному доению осуществляется на 2...3-м месяце лактации. Систематически осуществляются исследования на устойчивость к заболеванию маститом. На 2-м месяце лактации (40-й и 50-й день) осуществляется селекционная оценка первотелок по оплате корма молоком.



Особенностью обслуживания высокопродуктивных коров в этой технологической группе является строгое соблюдение принципа авансированного кормления до 120...150 дней лактации и выполнение операторами технологических регламентов. Расчетный удой принимают выше фактического на 4...5 кг молока в сутки. Коровам второй и третьей лактации и ниже средней упитанности дополнительно добавляют корма на рост и повышение упитанности из расчета 1 корм. ед. на 0,2 кг прироста в сутки.

В летний период высокопродуктивные коровы содержатся на лучших культурных пастбищах с дополнительным кормлением из кормушек выгульных дворов фермы.

Аналогичную технологию кормления и обслуживания применяют для группы коров на раздое.

Материально-техническая база реконструкции фермы

Технология поточно-группового обслуживания коров может быть реализована различными комплектами оборудования, ныне действующей системой машин в составе: кормораздатчик КТУ-10А; тележка для кормов ТУ-300А; оборудование стойловое для коров ОСК-25А; ОСП-Ф-26; установки навозоуборочные УНС-1; УТН-10; прицеп тракторный 2ПТС-4; доильные роботы Lely, RDS Futureline Elite [1].

Основой реконструкции технического перевооружения фермы является использование роботизированного доильного оборудования, размещаемого непосредственно в коровнике.

Схема размещения доильного робота в коровнике показана на рисунке 1.

Нетели, первотелки и все технологические группы коров в обоих коровниках содержатся в комбибоксах. Комбибокс представляет собой пространственную конструкцию из круглых и прямоугольных труб. В связи с тем, что при реконструкции коровников стойловое оборудование шириной 1,2 м заменяется на комбибоксы шириной 1,1 м, в коровниках по-прежнему размещается по 200 коров.

Недостатки линейных доильных установок: низкая производительность, большая протяженность молоко- и вакуумпроводов, тяжелый труд по переносу доярком аппаратов от одной коровы к другой, отсутствие трубопроводов для подачи теплой воды для подмыва вымени, неудобное положение дояров в процессе обслу-

живания коров, большой расход препаратов для промывки длинных молокопроводов и др. [2, 3].

Доильные установки типа УДА-8А «Тандем» и УДА-16А «Елочка» требуют строительства специальных залов. Очистка доильных установок и накопительных площадок перед ними гидросмывом обуславливают накопление большого количества смывных вод, которое необходимо периодически вывозить за пределы фермы [4, 5].

Роботы Lely, RDS Futureline Elite в коровнике размещаются так, что передняя часть решетчатого настила находится над каналом навозоуборочного транспортера (рис. 1).

Забор из хранилищ и раздача силоса и сенажа осуществляются с помощью грейферных погрузчиков типа ПЭ-Ф-1,0А и др., мобильных кормораздатчиков типа КТУ-10 и др.

Обеспечить зооветеринарное благополучное функционирование фермы можно только при наличии необходимой материально-технической базы. Поэтому ферма должна быть укомплектована следующим оборудованием:

станок для ветеринарно-санитарной обработки скота ТД ВЕТ-2;

лечебный переносной доильный аппарат ЛПДА –2УВЧ [6].

Для выполнения на ферме большого объема ветеринарно-санитарных работ необходимо привлечь ветеринарные службы хозяйства и района.

Организация производства и труда на реконструированной ферме

Руководители предприятия и специалисты фермы должны организовать производство и труд так, чтобы были максимально учтены физиологические и биологические особенности развития отдельных групп животных и не нарушался наиболее благоприятный для них режим поения, кормления, доения и ухода за ними.

Общая продолжительность рабочего дня оператора молочной бригады и его заместителя 7 часов, слесаря-электромеханика – 11 часов.

Состав работников фермы на 400 коров приведен в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что при использовании технологии с доильными роботами с автоматизированными системами съема доильных стаканов манипуляторами с вымени и перераспределении обязанностей увеличивается нагрузка на скотников на ферме,

Таблица 2 – Состав работников фермы на 400 коров

Наименование должности	Основные	Подменные	Всего
Оператор машинного доения	2	1	3
Скотники, включая подгонщика и ночного скотника	4	1	5
Тракторист-машинист	2	1	3
Оператор молочной	1	–	1
Оператор родильного отделения и профилактория	1	1	2
Слесарь-электромеханик	1	1	2
Бригадир фермы	1	–	1
Заместитель бригадира (ветфельдшер, оператор по искусственному осеменению коров)	1	–	1
Ветсанитар (рабочий фермы)	1	–	1
ИТОГО	14	5	19

уменьшается численность наиболее квалифицированных рабочих, а именно операторов машинного доения. Все это обеспечивает существенный рост производительности труда, а именно нагрузка на одного работающего возрастет с 11...13 до 23 коров, то есть в 2 раза.

Выводы

1. Применение технологии с использованием доильных роботов благоприятно сказывается на здоровье вымени животных и способствует повышению продуктивности до 15%.

2. В рассмотренном проекте применение роботов наиболее эффективно, т.к. исключает дополнительные расходы на строительство доильных залов. В конце 2019 года в России (г. Уфа) открылось производство роботов Lely, что сделает их более доступными в обслуживании, ремонте, а также снизит стоимость в связи со снижением транспортных расходов.

3. Высокая степень автоматизации технологических процессов и продуктивность коров потенциально позволяют достичь на реконструированных фермах производительности труда и экономических показателей мирового уровня: затраты труда на производство 1 ц молока могут находиться в диапазоне 0,7–1,2 чел.-ч; производство молока на одного работника может составить от 115 до 290 т.

Список литературы

1. Иванов Ю. Г., Лапкин А. Г. Сравнительная оценка энерго, трудо- и эксплуатационных затрат при переводе коров с доения в молокопровод на робот «Lely Astronaut» // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 3 (11). С. 188–190.
2. Рекомендации по техническому перевооружению молочнотоварных ферм на 100, 200, 400 голов и свиноводческих ферм : рекомендации. М. : ВНИИМЖ, 2003.
3. Ведищев С. М. Механизация доения коров : учеб. пособие. Тамбов, 2006.
4. Федоренко И. Я., Садов В. В. Техника и технологии в животноводстве : учеб. пособие. Барнаул : РИО АГАУ, 2015. Ч. 2. 218 с.
5. Машины и технологии в молочном животноводстве : учеб. пособие / В. Ю. Фролов, С. М. Сидоренко, Д. П. Сысоев, А. В. Бычков. Краснодар, 2013. 388 с.
6. Иванов Ю. Г., Лапкин А. Г. Устройство для преддоильной обработки сосков вымени коров // Техника в сельском хозяйстве. 2014. № 2. С. 10–12.

Черновол Юлия Николаевна, канд. с.-х. наук, научный сотрудник, ИМЖ – филиал ФНАЦ ВИМ.

E-mail: himera1400@mail.ru.

* * *

УДК 621.22

ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, Н. С. Низамутдинова

Для снижения затрат на потребляемую энергию в условиях роста цен на традиционные энергоносители предлагается замещение их возобновляемым источником. В статье рассматривается наиболее перспективная возобновляемая энергия естественных водоемов. Для эффективного ее использования показана необходимость оценки потенциала гидроэнергоресурсов на основе системного исследования для установки взаимосвязи между элементами системы и их показателей в разработке методов, технологии и технических средств по использованию энергии естественных водоемов.

Ключевые слова: система энергоснабжения, возобновляемая энергия, традиционные энергоносители, замещение энергоресурсов, энергия естественных водоемов, системное исследование, потенциал гидроэнергоресурсов.

Существующие системы энергоснабжения представляют собой совокупность специализированных схем электро-, газо-, угле- и нефте-снабжения. Структура схемы энергоснабжения зависит от видов традиционно используемых энергетических ресурсов.

В системе энергоснабжения выбор традиционных источников производится из числа доступных энергоресурсов. При этом эти энергоресурсы не всегда отвечают условиям рационального их использования [1].

В условиях роста цен на энергоносители следует ожидать больше затрат на потребляемую энергию, что снижает эффективность энергоснабжения, производства и комфортные

условия для проживания. Последние связаны и ограничением потребления энергии из-за высоких затрат.

Таким образом, для эффективного энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей требуется снижение затрат на потребляемую энергию. При этом предлагается замещение традиционных энергоресурсов путем использования возобновляемых источников [2].

Методы и результаты исследования

Наиболее перспективным возобновляемым источником энергии является энергия естественных водоемов из-за возможности ее аккумулирования и выработки электрической,

тепловой, а также механической энергии [3]. Рассматриваемые виды энергии служат в качестве дополнительных источников в системе энергоснабжения.

Схема энергоснабжения с использованием возобновляемой энергии рассматривается как система, в которой необходимо рационально использовать как традиционные, так и возобновляемые энергоресурсы. Фундаментом для определения рационального сочетания потребляемых энергоресурсов является системная методология [4].

В системной методологии важно различать исследование сложного объекта как системы и системное исследование такого объекта. При исследовании системы особое внимание уделяется ее структуре, характеру связей и отношений между элементами [4].

Системное исследование позволяет выявить механизмы функционирования и условия развития объекта. При этом системное исследование объекта требует учета не только внутренних связей, но и внешних связей с другими подсистемами более широкой системы.

В первом случае, когда учитывается внутренняя связь, исследуется система на известных принципах теории систем. Во втором случае каждый объект, являясь относительно самостоятельным образованием, не может существовать без взаимодействия с другими системами. Тогда все имеющиеся системы должны быть рассмотрены в комплексе.

Методология оценки потенциала существующих возобновляемых энергоресурсов рассматривается как совокупность принципов и методов решения поставленных задач. При этом необходимо разработать взаимосвязанные модели, имеющие определенную иерархичность в виде различных уровней. Тогда многоуровневые модели как система знаний могут служить для оценки потенциала возобновляемых энергоресурсов – естественных водоемов.

Таким образом, для достижения поставленной цели основные этапы исследования представляются как многоуровневая система. Разрабатываемые модели в виде схемы многоуровневой системы исследования приведены на рисунке 1.

На первом уровне для эффективного энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей разрабатывается сама система энергоснабжения с использованием возобновляемых

источников. Данная система как сложный объект требует исследования условий энергообеспечения технологических процессов от разных источников.

Потребную энергию для технологических нужд можно получить как от традиционных, так и от возобновляемых источников. Поэтому необходимо получить модель определения потребной энергии от рассматриваемых источников в системе энергоснабжения. При этом важно определить условия использования возобновляемых источников в системе энергоснабжения.

На втором уровне исследования разрабатываются методы оценки валового потенциала возобновляемой энергии.

Валовый гидроэнергетический потенциал показывает теоретически потенциальную энергию водных потоков. Величина этого потенциала характеризует собой предел теоретически возможной гидроэнергии, как правило, в конкретном регионе (районе).

Валовый теоретический гидроэнергетический потенциал или потенциальные гидроэнергетические ресурсы исследуется в двух вариантах [5, 6]:

а) гидроэнергетический потенциал поверхностного стока, учитывающий полную теоретическую сумму энергии всех стекающих вод на территории данного района или отдельного речного бассейна, т.е. характеризует собой предел теоретически возможной к получению гидроэнергии в данном районе;

б) гидроэнергетический потенциал речного стока, учитывающий полную теоретическую сумму энергии только речного стока.

Исследование потенциала поверхностного стока проводится на основе карт изолиний среднегодового стока, если таковые имеются. После переноса изолиний годового стока на исходную карту через 2–2,5° по широте и долготе с учетом особенностей каждой картографической проекции определяются площади между изолиниями [6].

Тогда валовый потенциал поверхностного стока:

$$N = 0,00311 \cdot a \cdot F \cdot H, \quad (1)$$

где N – валовый потенциал поверхностного стока, тыс. кВт;

a – слой стока, см;



F – площадь территории высотного контура на карте, ограниченного изолиниями данной ступени стока, км²;

H – средняя величина возвышения территории в пределах последующего контура над уровнем моря, а для внутренних бассейнов – над местным базисом эрозии.

Оценка гидроэнергетического потенциала речного стока производится обычно отдельно: по крупным и средним рекам и по малым рекам. Вычисление потенциальных ресурсов проводится отдельно для каждой реки методом линейного учета [6].

При применении этого метода каждую реку делят на ряд участков, и для крупных рек в целях более подробного освещения распределения потенциальных ресурсов гидроэнергии по длине реки число расчетных участков принимается 15–20 и более, для небольших рек 4–8 и для некоторых достаточно 2–4 [6]. Для каждого участка определяется мощность реки как

$$N = 4,91 \cdot (Q_H + Q_K) \cdot H, \quad (2)$$

где N – мощность потока, кВт;

Q_H и Q_K – расходы воды в реке соответственно в начале и в конце расчетного участка, м³/с;

H – падение реки на участке, м.

Потенциальные запасы гидроэнергии определяются, исходя из 8760 часов использования потенциальной мощности, по формуле:

$$\mathcal{E} = 42\,950 \cdot (Q_H + Q_K) \cdot H. \quad (3)$$

Границы расчетных участков устанавливаются в точках перелома профиля реки или в местах резкого нарастания приточности реки, т.е. у устья притока. За начальный створ при составлении продольного профиля реки принимают исток.

Вышеизложенная методика определения валового энергетического потенциала не подходит



Рис. 1. Схема многоуровневой системы исследования

для малых рек, которые чаще всего не имеют наблюдений.

Суждение о возможных значениях в будущем тех или иных параметров гидрологического режима можно получить, лишь опираясь на материалы уже проведенных гидрометрических измерений за достаточно длительный период. При этом принципиально возможно использовать три направления [7]:

- первое из них заключается в детерминированном определении интересующих нас величин, при этом используются связи стока с обуславливающими его факторами;

- второй путь связан с непосредственным использованием статистических закономерностей, проявляющихся в рядах гидрологических величин. Речной сток при современном уровне знаний представляется как непрерывный случайный процесс, с присущими ему закономерностями;

- третье направление основано на совместном использовании детерминированных и статистических закономерностей, свойственных речному стоку и определяющим его факторам. Многие гидрологические явления представляют собой результат действия большого числа факторов, степень влияния каждого из которых на формирование рассматриваемого явления учесть в полной мере не представляется возможным.

В связи с недостаточной изученностью малых рек представляют интерес исследования, направленные на дифференцирование региона (района) на ряд районов, имеющих статистически однородные гидрологические, а следовательно, и гидроэнергетические характеристики. В гидрологических исследованиях, применяя аппарат математической статистики, необходимо учитывать специфику рассматриваемых в гидрологии явлений [8].

На третьем уровне исследуется технический потенциал ВИЭ. При этом необходимо поэтапно решить взаимосвязанные задачи, позволяющие получить модели соответствующего уровня.

На первом этапе данного уровня необходимо оценить технически возможный потенциал ВИЭ, в нашем случае естественного речного стока.

Технический гидроэнергетический потенциал, или технически возможные к использованию гидроэнергетические ресурсы, – это та

часть валового теоретического гидропотенциала речного стока, которая технически может быть использована или уже используется.

Технический потенциал является величиной переменной, растущей по мере развития технических возможностей использования гидроэнергоресурсов. Однако в гидроэнергетике существенные изменения способов производства электроэнергии на ГЭС наблюдаются крайне медленно, поэтому оценки технического потенциала достаточно устойчивы во времени.

Размер технического потенциала зависит от величин потерь, часть которых неизбежна и более или менее постоянна, а вторая (основная) часть зависит от гидрологических, топографических и других природных условий, которые формируют сток. Вторая часть потерь непостоянна, и ее величина может колебаться в широких пределах.

Пределы колебаний размеров постоянных потерь невелики и средняя их величина может отражать порядок величин, присущий всем гидроэлектростанциям [5, 9]. Величина их складывается из потерь напора в подводящих каналах, в напорных трубопроводах и т. п. (2–10%); из потерь стока через направляющие аппараты, затворы водоподпорных сооружений (1%); из механических потерь при превращении гидравлической энергии в электрическую (11–13%).

Поэтому верхний предел использования валового гидроэнергетического потенциала не может превышать 86%.

Упрощенно техническая мощность может быть определена как [10]:

$$N_{\text{техн}} = \eta_{\text{ГЭС}}(1 - \mu_Q)(1 - \mu_H)N_{\text{уч}}, \quad (4)$$

где μ_Q – сумма потерь стока в долях нормы стока;

μ_H – сумма потерь напора в долях падения реки;

$N_{\text{уч}}$ – теоретическая мощность участка реки, целесообразного для освоения;

$\eta_{\text{ГЭС}}$ – коэффициент полезного действия ГЭС (рекомендуется принимать 0,82).

Потери стока обусловлены:

- потерями стока через направляющие аппараты турбин, уплотнения затворов и др., этот вид потерь дает не более 1% стока;

- потерями стока на дополнительное испарение с водной поверхности водохранилища;

- потерями стока на фильтрацию из водохранилища (около 2% стока);



– потерями стока из-за ограниченности полезного объема водохранилища и пропускной способности гидротурбин, определяемой установленной мощностью.

При нецелесообразности использования верхнего течения реки из-за его маломощности теоретическая мощность участка реки:

$$N_{\text{уч}} \approx 0,86N_{\text{теор}} \quad (5)$$

Тогда техническая энергия:

$$\mathcal{E}_{\text{техн}} = 8760N_{\text{техн}} \quad (6)$$

В качестве гарантированных ресурсов принимаются гарантированная мощность $N_{\text{гар}}$ и гарантированная энергия $\mathcal{E}_{\text{гар}}$. Гарантированная мощность определяется зависимостью [10]:

$$N_{\text{гар}} = \mu_{\text{гар}} N_{\text{теор}}, \quad (7)$$

в которой вместо относительного гарантированного модуля стока $\mu_{\text{гар}}$ можно использовать модуль минимального расхода.

Гарантированная энергия вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{гар}} = \mu_{90} \mathcal{E}_{\text{теор}}, \quad (8)$$

где μ_{90} – модульный коэффициент стока 90–95 %-й обеспеченности, устанавливаемый по рекомендациям [11] для трехпараметрического гамма-распределения вероятностей.

Экономический гидроэнергетический потенциал определяет ту часть технического потенциала, которую в настоящее время экономически целесообразно использовать. Следует отметить об условности определения экономически эффективного потенциала, так как он базируется на технико-экономическом сравнении с традиционными источниками электроэнергии, в качестве которых выступают тепловые электростанции, и не учитывает эффективность комплексного использования водных ресурсов [12].

Вместе с тем, если валовый потенциал – величина практически постоянная, которая может измениться в случае существенного изменения условий природно-климатического или техногенного характера, технический потенциал возобновляемых ресурсов более неустойчив во времени как зависящий от влияния научно-технического прогресса, то экономический потенциал – наименее устойчивая характеристика по-

тенциального использования ВИЭ. Это связано с постоянно меняющимися условиями рынков мира, страны, региона. К факторам, влияющим на оценку экономического потенциала ВИЭ, можно отнести политические факторы: меры поддержки или запреты и ограничения; экономические: уровень стоимости традиционных энергоносителей, уровень развития энергетики, валютные курсы, уровень инфляции и др.; географические: наличие источников традиционных видов энергоресурсов; экологические: ограничения, запреты, штрафные санкции и др.

Таким образом, экономическая оценка должна производиться с учетом ряда допущений и с применением сценарного подхода, возможно, с применением методов имитационного моделирования. При этом как общую глобальную тенденцию можно выделить следующее: экономический потенциал для возобновляемых источников увеличивается, поскольку снижается стоимость строительства энергообъектов и себестоимость отпущенной единицы энергии. Рост рынка возобновляемой энергетики ежегодно составляет в среднем 5–7% [13].

Можно выделить два основных подхода для оценки экономического потенциала возобновляемых источников энергии.

Традиционно сложившийся подход российских ученых, которые используют для оценки экономического потенциала гидроэнергетических ресурсов такие экономические показатели, как стоимость установленной мощности, себестоимость единицы отпущенной энергии, срок окупаемости и др. [15–19].

При применении данного подхода основным критерием становится сравнение стоимости единицы традиционной и альтернативной энергии. Выбираются объекты для сравнения: энергообъекты, работающие на газу [18], или гидроэлектростанции [11], или единственно доступные энергообъекты.

Причем стоимость капитальных вложений в себестоимости единицы отпущенной энергии также оценивается по-разному. Так, например, предлагают применять нормативную рентабельность на основе «сравнительного» подхода к определению эффективности энергообъекта [19, 20].

Коллектив авторов справочника оценки ресурсов возобновляемых источников энергии [15] полагает, что необходимо учитывать годовой дефицит энергии в регионе и потенциальные потери, связанные с указанным дефицитом.

Подход к оценке экономического потенциала, основанный на расчете LCOE (нормированной стоимости энергии) [20]:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + OM_t + F_t}{(1 + DR)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1 + DR)^t}}, \quad (9)$$

где I_t – инвестиционные расходы за год t ;

OM_t – операции и расходы на техническое обслуживание в году t ;

F_t – расходы на топливо в год t ;

E_t – производство электроэнергии в год t ;

DR – ставка дисконтирования;

n – экономический срок службы электростанции.

Нормированная стоимость энергии показывает, сколько затрачивается средств в среднем за весь срок службы проекта на производство единицы энергии. При сравнении данного показателя с тарифом либо со средней рыночной ценой энергии можно сделать вывод о целесообразности реализации такого проекта. Таким образом, оценивая экономическую целесообразность общего количества энергетических объектов, генерирующих энергию, составляющую технический потенциал гидроресурсов определенной территории, можно дать оценку экономическому потенциалу.

На четвертом уровне системного исследования оценивается потенциал ВИЭ, который является эффективным для использования. При этом желательно оценить эффективность по энергетическим (I подуровень исследования) и экономическим показателям на 2-м подуровне исследования. Эти исследования не противоречат друг другу, а возможно, дополняют для объективной оценки эффективного энергоресурса без вмешательства политики ценообразования.

Таким образом, методология оценки возобновляемых энергоресурсов в системе энергоснабжения требует решения научных задач путем разработки взаимосвязанной модели разного уровня. Для эффективного энергообеспечения потребителей необходимо рационально использовать не только традиционные, но и возобновляемые энергоресурсы.

Основой исследований является разработка системы оценки ресурсов возобновляемых источников, где внешние факторы носят более

сложный и разнородный характер. Внешние воздействия могут быть скоординированы самим объектом и образовать некоторое единство.

Целостность воздействующих факторов внешней среды составляет комплексность. Для повышения эффективности энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей необходимо разработать систему оценки ресурса возобновляемых источников на основе системного подхода.

Заключение

Развитие системы энергоснабжения требует разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий с целью снижения затрат на потребляемую энергию в условиях роста цен на традиционно используемые энергоносители. Одним из путей является использование возобновляемой энергии, позволяющее замещать традиционные энергоносители, различные виды органического топлива.

Наиболее перспективным возобновляемым источником является энергия естественных водоемов из-за возможности аккумулирования ее и выработки электрической и тепловой, а также механической энергии. При этом замещение предполагает эффективную технологию использования энергии водоемов, что требует исследование и определение ее потенциала.

Оценка потенциала энергии естественных водоемов возможна на основе системного подхода. При этом предполагается исследование источника как объекта, представляющего систему, и системные исследования технологий эффективного использования гидроэнергетических ресурсов.

Приведенные принципы на основе системного подхода в оценке валового, технического и эффективного потенциала позволят учесть взаимосвязи элементов системы и их показателей в разработке методов, технологии и технических средств по использованию энергии естественных водоемов. Многоуровневая система исследования позволит раскрыть необходимые взаимосвязи для выработки эффективного решения поставленной задачи.

Список литературы

1. Шерязов С. К. Возобновляемые источники в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей : монография. Челябинск : ЧГАУ, 2008. 300 с.
2. Sheryazov S. K. Methodology of Renewable Sources Efficient Use. In the Proceedings of the



VI international research and practice conference “European Science and Technology”. Germany, 2013. P. 343–347.

3. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Guseva O. A. Renewable Low-Potential Thermal Energy Investigation of Water Bodies // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon. 2019. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934199.

4. Малая гидроэнергетика / под ред. Л. П. Михайлова. М. : Энергоиздат, 1989. 180 с.

5. Энергетические ресурсы СССР. Гидроэнергетические ресурсы / под ред. А. Н. Вознесенского. М. : Наука, 1967. 599 с.

6. Рождественский А. В., Чеботарев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л. : Гидрометеиздат, 1974. 424 с.

7. Саплин Л. А., Пташкина-Гирина О. С. Гидроэнергетический потенциал стока рек Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 67–69.

8. Временные рекомендации по проектированию малых ГЭС. Л. : Энергоатомиздат, 1989. 100 с.

9. Февралев А. В. Проектирование гидроэлектростанций на малых реках : учеб. пособие. Нижний Новгород, 2014. 180 с.

10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л. : Гидрометеиздат, 1984. 448 с.

11. Основы современной энергетики. Курс лекций для менеджеров энергетических компаний / под общ. ред. чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова. М. : Изд-во МЭИ, 2004.

12. Справочник по ресурсам ВИЭ России и местным видам топлива / П. П. Безруких [и др.]. М. : ИАЦ «Энергия», 2008.

13. Возобновляемые источники энергии 2020: анализ и прогноз до 2025 года / Международное энергетическое агентство. Режим доступа : https://www.iea.org/reports/renewables2020?utm_campaign=IEA%20newsletters&utm_source=SendGrid&utm_medium=Email.

14. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в России / В. Г. Николаев [и др.] / под ред. В. Г. Николаева. М. : Атмограф, 2009. 456 с.

15. Безруких П. П. Научно-техническое и методологическое обоснование ресурсов и направлений использования ВИЭ : дис. ... д-ра техн. наук. М. : ВИЭСХ, 2003. 268 с.

16. Кудряшов Ю. И., Николаев В. Г. О возможной и целесообразной суммарной установленной мощности ветроэлектрических станций в России // МОК. 2017. № 11. Режим доступа : <https://www.c-o-k.ru/articles/o-vozmozhnoy-icelesoobraznoy-summarnoy-ustanovlennoy-moschnosti-vetroelektricheskikh-stanciy-v-rossii>.

17. Лукутин Б. В. Возобновляемая и альтернативная энергетика в Томской области. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2008. 187 с.

18. Низамутдинова Н. С., Пташкина-Гирина О. С. Краткий обзор методик оценки эффективности технологий ВИЭ в электроэнергетике // Приоритетные направления развития энергетики в АПК : сб. ст. по матер. II Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. / под общ. ред. С. Ф. Сухановой. 2018. С. 109–113.

19. Ptashkina-Girina O. S., Nizamytdinova N. S., Guseva O. A. Technical-Economic assessment of small hydro-power units // Proceedings-2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon. 2018. С. 101–106.

Шерязов Сакен Койшыбаевич, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: sakenu@yandex.ru.

Пташкина-Гирина Ольга Степановна, канд. техн. наук, доцент, кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: girina2002@mail.ru.

Низамутдинова Наталья Сереевна, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: natalyaniz@mail.ru.

* * *

УДК 619:616.4]:636.2

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ
НА ФУНКЦИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЖИВОТНЫХ****М. А. Дерхо, Ж. С. Рыбьянова, Ф. Г. Гизатуллина**

Изучена взаимосвязь между концентрацией тяжелых металлов в крови телят и коров с функциональным состоянием и секреторной активностью щитовидной железы. Объектом исследования служили: 1) телята черно-пестрой породы в 1-, 3- и 6-месячном возрасте; 2) коровы черно-пестрой породы перед запуском (280–300-е сутки лактации) в возрасте 3, 4–5 и 5–6 лет; материалом исследования – кровь. Установлено, что в крови молочных телят с возрастом уменьшается концентрация Fe на 15,74%, но увеличивается Cu и Zn на 62,26 и 23,46%, а Co, Mn, Pb и Cd в 3,50; 2,00; 9,00 и 1,35 раза; у коров возрастает уровень Cu, Zn, Mn, Pb и Cd на 7,63; 36,4; 34,78; 77,78 и 43,33% на фоне убыли Co и Fe на 44,44 и 20,88%. Концентрация cT_4 и cT_3 в крови молочных телят с возрастом уменьшается в 1,45 и 2,02 раза ($p \leq 0,05$), коров – в 1,62 и 1,96 раза на фоне убыли соотношения cT_3/cT_4 , на 40,42 и 83,33% ($p \leq 0,05$), а содержание АТ к ТПО, наоборот, увеличивается в 3,83 и 1,62 раза ($p \leq 0,05$). У телят наибольшее количество достоверных корреляций в парах металл-гормон выявляется между cT_3 -Fe ($r = 0,86-0,98$), cT_3 -Co ($r = 0,81-0,90$), cT_3 -Zn ($r = 0,82-0,89$), cT_3 -Cd ($r = 0,83-0,84$) и cT_3 -Pb ($r = 0,73-0,90$); у коров между cT_4 -Cu ($r = 0,76-0,98$), cT_4 -Zn ($r = 0,71-0,95$), cT_4 -Co ($r = 0,89-0,97$), cT_4 -Mn ($r = -0,71-0,88$), cT_4 -Pb ($r = 0,76-0,90$) и cT_4 -Cd ($r = 0,76-0,93$); между количеством АТ к ТПО и Mn ($r = -0,71 - -0,80$), Co ($r = 0,86-0,97$) и Cd ($r = 0,94-0,97$).

Ключевые слова: кровь, тяжелые металлы, щитовидная железа, корреляции, коровы, телята.

В последние годы активно изучается влияние различных ксенобиотиков, в том числе и тяжелых металлов, на функциональное состояние эндокринной системы в организме человека и животных, так как некоторые экзогенные химические соединения способны влиять на процессы синтеза, секреции и проявление биологических эффектов гормонов. Это позволяет их отнести к «эндокринным разрушителям или дизрапторам» [1]. В настоящее время доказано наличие у ряда загрязнителей эстрогенной и андрогенной активности [2, 3, 4]. В то же время о действии химических токсикантов, циркулирующих в окружающей среде, на тиреоидную систему животного организма известно очень мало.

Щитовидная железа в процессах жизнедеятельности человека и животных играет ключевую роль, так как секретируемые в ней гормоны обладают общеметаболическим действием [5, 6, 7, 8]. Они регулируют общий гомеостаз и функциональное состояние всех физиологических систем организма посредством контроля соотношения между объемами реакций синтеза и распада в обмене белков, липидов и углеводов, определяя их энергетическую эффективность. Согласно данным [4, 9, 10], секреторная активность щитовидной железы напрямую сопряжена с действием факторов окружающей среды, в том числе и тяжелых металлов, среди которых «эндокринная токсичность» выявлена у кад-



мия, свинца, меди, цинка, никеля, марганца, кобальта при их аномальном содержании в окружающей среде. Данные металлы способны влиять на метаболизм йода, структурно-функциональное состояние клеток щитовидной железы, синтез трийодтиронина и тироксина [4, 11] не только при проявлении токсических свойств, но и при их недостатке в организме, а также наличии дисбаланса между ними.

В исследованиях [10, 12] отмечено, что щитовидная железа служит маркером экологического благополучия территории. При этом факторами экологического риска выступает как аномально низкое, так и аномально высокое содержание металлов в компонентах природных сред. Нормальная работа щитовидной железы обеспечивается при сохранении баланса между кобальтом, медью, йодом, цинком, селеном, хромом и марганцем. В условиях природно-техногенных провинций, отличающихся избытком одних и недостатком других микроэлементов в объектах окружающей среды, а также накоплением промышленных экополлютантов проблема комплексного воздействия биогеохимических, экологических и биологических факторов на организм животных является одной из актуальных.

В связи с этим **целью нашей работы** явилась оценка взаимосвязи между концентрацией тяжелых металлов в крови телят и коров с функциональным состоянием и секреторной активностью щитовидной железы в условиях природно-техногенной провинции.

Материалы и методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена в 2016–2020 гг. на базе ООО «Предуралье» Верхнеуральского района Челябинской области, на территории которого имеются медно-цинково-колчеданные рудные месторождения, разработку которых осуществляет ОАО «Учалинский ГОК». Поэтому территория района дополнительно испытывает воздействие выбросов горноперерабатывающего предприятия. Экспериментальная работа выполнялась в два этапа.

Объектом исследования на первом этапе служили телята черно-пестрой породы в молочный период постнатального онтогенеза. С этой целью была сформирована опытная группа по принципу приближенных аналогов ($n = 9$), у особей которой в 1-, 3- и 6-месячном возрасте брали кровь для исследований.

Объектом исследования на втором этапе служили коровы черно-пестрой породы перед запуском (280–300-е сутки лактации). По принципу приближенных аналогов было сформировано 3 опытные группы ($n = 11$). В I группу вошли коровы после 1-го отела в возрасте 3 лет, во вторую после 2-го отела (4–5 лет) и в третью – после 3-го отела (5–6 лет).

Животные содержались в однотипных технологических условиях. При анализе кормов было выявлено, что содержание тяжелых металлов в их составе не превышало МДУ. Однако суточное поступление меди, цинка и марганца в составе рациона кормления превосходило нормы потребления на 10,00–25,00%.

Материал исследований (кровь) получали вакуумным методом из подхвостовой вены утром до кормления. В крови определяли содержание тяжелых металлов согласно МУ 01-19/47-11 [13] на атомно-абсорбционном спектрофотометре «AAS-1» («Carl Zeiss Jena», Германия) в пламени пропан-воздух; в сыворотке крови – концентрацию свободного тироксина (T_4) и трийодтиронина (T_3), количество антител к тиреодной пероксидазе (АТО к ПО) иммуноферментным методом с помощью наборов реактивов «Вектор-Бест» (г. Новосибирск).

Статистическую обработку данных проводили на ПК с помощью табличного процессора «Microsoft Excel-2003», используя пакет прикладной программы «Биометрия». Оценку связи признаков проводили путем расчета коэффициентов корреляции (r) по Пирсону. Достоверность различий между группами признаков оценивали с помощью t -критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Территория хозяйства ООО «Предуралье» входит в геотехническую систему, сформированную за счет разработки медно-цинково-колчеданных рудных месторождений. Поэтому животные в условиях хозяйства испытывали одновременное воздействие факторов окружающей среды естественного и антропогенного происхождения. Для оценки реакции организма телят и коров на несбалансированное содержание тяжелых металлов, прежде всего в кормах и воде, определен минеральный состав крови. При этом мы учитывали, что их концентрация отражала баланс между уровнем поступления, усвоения и выведения металлов. В качестве критерия оценки уровня элементов в крови

животных нами использована средняя нормативная величина по данным [14].

Анализ возрастной изменчивости тяжелых металлов в крови молочных телят показал, что с возрастом их концентрация планомерно изменялась (табл. 1). При этом у 6-месячных животных, по сравнению с 1-месячными, уровень железа уменьшился на 15,74% ($p \leq 0,05$), а меди, цинка, кобальта, марганца, свинца и кадмия, наоборот, возрос от 23,46% до 9,00 раз. Однако при сравнении концентрации металлов со средней нормативной величиной была отмечена избыточность только у железа. В то же время содержание таких элементов, как Cu, Zn, Co, Mn, Pb и Cd, не достигало уровня средней нормативной величины. Логично предположить, что в молочный период постнатального онтогенеза уровень поступления тяжелых металлов нивелировался скоростью их вовлечения в метаболические процессы клеток органов и тканей, так как организм животных активно рос и развивался.

Элементный состав крови коров тоже зависел от возраста и, как следствие, от длительности контакта организма с факторами природной среды с аномальным содержанием тяжелых металлов (табл. 1). При этом отмечали возрастное уменьшение концентрации железа и кобальта на 20,88 и 44,44% ($p \leq 0,05$) на фоне увеличения как Cu, Zn, Mn и Cd на 7,62–77,78%, ($p \leq 0,05$).

Наибольший прирост уровня был характерен для свинца (на 77,78%) и кадмия (на 43,33%). При сравнении концентрации тяжелых металлов со средней нормативной величиной было отмечено, что независимо от возраста животных уровень железа, меди, марганца, свинца и кадмия превышал ее значение от 27,00% до 2,07 раза на фоне дефицита цинка, который и способствовал их накоплению в организме коров [15, 16].

Следовательно, существование животных в условиях природно-техногенной провинции способствовало накоплению тяжелых металлов в их организме, что отражалось на функциональном состоянии физиологических систем, в том числе и эндокринной. Результаты наших исследований согласуются с данными [17]. Авторы отмечали, что при хроническом пероральном поступлении металлов из медно-цинково-колчеданной руды в организм животных в нем резко повышается уровень депонирования кадмия, меди, марганца, цинка, железа и кобальта.

Согласно исследованиям [10, 11, 16], аномалии содержания микроэлементов в окружающей среде напрямую связаны с функциями цитовидной железы. При этом большинство элементов проявляет антитиреодное действие, которое сопряжено с их поступлением в железу в результате ее обильного кровоснабжения.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в крови животных, мг/л ($X \pm Sx$)

Показатель	Средняя нормативная величина	Телята (n = 9)			Коровы (n = 11)		
		1 мес.	3 мес.	6 мес.	I группа	II группа	III группа
Железо (Fe)	250,00	491,23± 3,37	495,23± 6,16	413,93± 3,36*	465,30± 12,42	445,90± 20,25	368,13± 16,46
Медь (Cu)	1,00	0,53± 0,01	0,78± 0,03*	0,86± 0,04*	1,18± 0,07	1,11± 0,08	1,27± 0,04
Цинк (Zn)	5,00	2,60± 0,03	2,93± 0,13	3,21± 0,09*	2,03± 0,16	2,27± 0,32	2,77± 0,16
Кобальт (Co)	0,04	0,002± 0,0004	0,003± 0,0005	0,007± 0,0003*	0,009± 0,002	0,007± 0,0009	0,005± 0,0003
Марганец (Mn)	0,15	0,04± 0,001	0,06± 0,001	0,08± 0,005*	0,23± 0,01	0,27± 0,01	0,31± 0,01*
Свинец (Pb)	0,25	0,001± 0,0002	0,003± 0,0006	0,009± 0,001*	0,18± 0,01	0,25± 0,01	0,32± 0,02
Кадмий (Cd)	0,05	0,02± 0,001	0,02± 0,005	0,027± 0,001*	0,06± 0,003	0,073± 0,002*	0,086± 0,003

Примечание: * – $p \leq 0,05$ по сравнению с величинами 1-месячного возраста/I группы; средняя нормативная величина по [14].



В своих исследованиях мы оценили секреторную активность щитовидной железы по концентрации тиреоидных гормонов [8], а ее функциональное состояние по уровню антител к тиреоидной пероксидазе. Результаты исследований показали следующее (табл. 2).

1. Концентрация свободного тироксина – основного гормона щитовидной железы [18] в крови молочных телят с возрастом уменьшалась в 1,45 раза ($p \leq 0,05$), коров – в 1,62 раза ($p \leq 0,05$), свидетельствуя об убыли субстрата для реакций периферического дейодирования.

2. Уровень трийодтиронина – наиболее активного тканевого гормона [18] характеризовался аналогичной динамикой. В крови телят с 1-го по 6-й месяцы постнатального онтогенеза он снизился в 2,02 раза ($p \leq 0,05$), у коров с 3-летнего по 5–6-летний возраст в 2,96 раза ($p \leq 0,05$), отражая как угнетение секреторной активности щитовидной железы, так и скорости периферического дейодирования, в ходе которого тироксин превращается в трийодтиронин. Для подтверждения данного вывода мы определили соотношение cT_3/cT_4 , значение которого характеризует скорость биоконверсии прогормона в гормон с участием дейодиназ, в основном в клетках печени и почек. Величина cT_3/cT_4 у телят в ходе молочного периода постнатального онтогенеза уменьшалась на 40,42% ($p \leq 0,05$), у коров – на 83,33% ($p \leq 0,05$), свидетельствуя о возрастании скорости периферического дейодирования в результате недостаточности секреции тиреоидных гормонов щитовидной железой.

К аналогичным выводам пришли [19]. При хроническом поступлении в организм животных элементов медно-цинковой колчеданной руды из Учалинского месторождения происходило снижение в крови концентрации и тироксина, и трийодтиронина, определяя снижение анаболического потенциала клеток органов и тканей.

3. Концентрация антител к тиреопероксидазе (АТ к ТПО) – ключевого фермента в гормонопозе, наоборот, с возрастом в крови животных увеличивалась. У телят прирост параметра составил 3,83 раза ($p \leq 0,05$), коров – 1,62 раза ($p \leq 0,05$). Следовательно, щитовидная железа в организме животных на фоне прогрессирующего накопления тяжелых металлов подвергалась морфофункциональной перестройке. Согласно данным [11, 20], под действием тяжелых металлов природного и антропогенного происхождения в железе изменяется организация стромы и паренхимы, уменьшается плотность тиреоцитов и объем коллоида, уплотняется тиреоидный эпителий.

Сдвиги в функциональном состоянии и секреторной активности щитовидной железы в организме телят и коров на фоне изменения концентрации тяжелых металлов дают возможность предположить, что некоторые из них обладают свойствами эндокринных дизрапторов. При этом мы исходили из того, что ионный баланс крови сопряжен не только с уровнем микроэлементов в клетках организма, но и их метаболической и биологической активностью [15, 16]. Для подтверждения данного факта мы рассчитали значения коэффициентов корреляции между данными признаками, при анализе которых были выявлены следующие особенности.

1. Коэффициенты корреляции между изучаемыми признаками как у телят (55,56%), так и коров (73,02%) были, преимущественно, положительными, свидетельствуя о прямом влиянии тяжелых металлов на процессы гормонопоза в щитовидной железе и реализацию их биологических эффектов в организме животных. Согласно данным [4, 20], это сопряжено со способностью щитовидной железы, кроме йода, депонировать и другие микроэлементы, которые в ее клетках образуют биоконтакты с белками, инициируя как разрушение мембран, так

Таблица 2 – Секреторная активность щитовидной железы у телят и коров ($\bar{X} \pm Sx$)

Показатель	Телята (n = 9)			Коровы (n = 11)		
	1 мес.	3 мес.	6 мес.	I группа	II группа	III группа
cT_3 , пмоль/л	9,48±1,08	5,98±0,55*	4,67±0,34*	3,14±0,18	1,22±0,03*	1,06±0,02*
cT_4 , пмоль/л	14,24±0,02	12,69±1,30	9,85±0,58*	9,64±0,39	6,88±0,26*	5,96±0,43*
cT_3/cT_4 , усл. ед.	0,66±0,08	0,50±0,04	0,47±0,04*	0,33±0,01	0,18±0,01*	0,18±0,01*
АТ к ТПО, Е/мл	0,60±0,01	1,29±0,25*	2,30±0,70*	2,37±0,21	3,77±0,12*	3,86±0,13*

Примечание: * – $p \leq 0,05$ по отношению к 1-мес. возрасту/I группе.

и ингибирование активности некоторых ферментов. Кроме этого, большинство тяжелых металлов влияет на связывание тиреоидных гормонов с белками плазмы крови, определяя уровень его свободной фракции [16].

2. У телят наибольшее количество достоверных корреляций выявлено между металлами и концентрацией свободного трийодтиронина (cT_3), особенно в 3- и 6-месячном возрасте. Они

составили 66,67% в общей статистической выборке. При этом статистически значимые связи выявлены в следующих парах: cT_3 – железо ($r = 0,86-0,98$), cT_3 – кобальт ($r = 0,81-0,90$), cT_3 – цинк ($r = 0,82-0,89$), cT_3 – кадмий ($r = 0,83-0,84$) и cT_3 – свинец ($r = 0,73-0,90$). Число достоверных корреляций металлов в паре с тироксином составило 33,33% от их общего количества, и они проявились в парах призна-

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между металлами и гормонами ($X \pm Sx$)

Показатель	Возраст	Железо, мг/л	Медь, мг/л	Цинк, мг/л	Кобальт, мг/л	Марганец, мг/л	Свинец, мг/л	Кадмий, мг/л
Телята ($n = 9$)								
cT_3 , пмоль/л	1-мес.	-0,91± 0,16*	0,81± 0,22*	-0,85± 0,20*	0,07± 0,38	0,57± 0,31	-0,08± 0,38	0,47± 0,33
	3-мес.	0,86± 0,20*	0,64± 0,29	0,89± 0,17*	0,90± 0,16*	0,67± 0,28	0,90± 0,16*	0,83± 0,21*
	6-мес.	0,98± 0,06*	0,65± 0,28	0,82± 0,22*	0,81± 0,22*	-0,88± 0,18*	0,73± 0,25*	0,84± 0,21*
cT_4 , пмоль/л	1-мес.	-0,65± 0,28	0,10± 0,38	-0,74± 0,26*	0,80± 0,22*	0,51± 0,30	-0,58± 0,31	-0,19± 0,37
	3-мес.	-0,28± 0,36	0,31± 0,36	-0,79± 0,23*	0,85± 0,17*	-0,27± 0,36	0,55± 0,31	-0,03± 0,38
	6-мес.	0,44± 0,34	0,92± 0,15*	-0,79± 0,22*	0,80± 0,22*	-0,06± 0,37	-0,43± 0,34	-0,34± 0,35
АТ к ТПО, Е/мл	1-мес.	-0,30± 0,36	0,18± 0,37	-0,06± 0,38	0,53± 0,32	0,64± 0,29	-0,97± 0,08*	0,96± 0,08*
	3-мес.	-0,05± 0,38	-0,02± 0,38	0,42± 0,34	-0,65± 0,28	-0,67± 0,30	-0,96± 0,08*	-0,97± 0,07*
	6-мес.	0,50± 0,32	-0,18± 0,37	0,05± 0,38	-0,05± 0,37	-0,51± 0,32	0,99± 0,05*	0,83± 0,21*
Коровы ($n = 11$)								
cT_3 , пмоль/л	I гр.	0,18± 0,37	0,02± 0,38	0,91± 0,16*	-0,50± 0,32	-0,30± 0,36	0,06± 0,38	-0,97± 0,09*
	II гр.	0,48± 0,33	0,49± 0,33	-0,86± 0,19*	-0,46± 0,33	0,14± 0,37	0,98± 0,08*	-0,86± 0,20*
	III гр.	-0,63± 0,29	0,08± 0,38	-0,89± 0,17*	0,06± 0,38	0,46± 0,34	0,78± 0,24*	0,94± 0,13*
cT_4 , пмоль/л	I гр.	-0,63± 0,30	0,76± 0,24*	0,91± 0,16*	-0,33± 0,36	0,79± 0,23*	-0,80± 0,22*	0,78± 0,23*
	II гр.	-0,41± 0,35	0,85± 0,19*	0,92± 0,15*	0,89± 0,17*	0,88± 0,18*	0,76± 0,24*	0,93± 0,14*
	III гр.	0,56± 0,31	0,98± 0,08*	0,71± 0,25*	0,97± 0,09*	-0,71± 0,26*	0,90± 0,16*	0,76± 0,24*
АТ к ТПО, Е/мл	I гр.	0,99± 0,05*	0,94± 0,12*	0,13± 0,36	0,97± 0,08*	-0,71± 0,25*	0,08± 0,38	0,94± 0,13*
	II гр.	0,28± 0,36	0,23± 0,37	0,26± 0,36	0,95± 0,12*	-0,80± 0,23*	-0,45± 0,33	0,97± 0,09*
	III гр.	0,66± 0,34	0,64± 0,29	0,56± 0,31	0,86± 0,19*	-0,76± 0,24*	0,33± 0,36	0,95± 0,12*

Примечание: * – $p < 0,05$.



ков cT_4 – цинк ($r = -0,74 - -0,79$), cT_4 – кобальт ($r = 0,80-0,85$). Следовательно, в молочный период постнатального онтогенеза тяжелые металлы не столько влияли на синтетическую активность щитовидной железы (синтез T_4), сколько на скорость периферического дейодирования (синтез T_3), которое протекает в основном в клетках печени и почках [18]. Сопряженность уровня кобальта, меди, железа и цинка с синтезом тиреоидных гормонов подтверждена в работах [15, 16]. Функциональное состояние щитовидной железы в организме телят, оцениваемое по уровню АТ к ТПО, было взаимосвязано с содержанием токсичных элементов: свинца ($r = -0,96-0,97$) и кадмия ($r = -0,83 - -0,97$). Как известно, данные металлы повышают скорость свободнорадикального перекисного окисления липидов, инициируя повреждение клеточных мембран, в том числе и в щитовидной железе [20].

3. У коров статистически значимые связи обнаружены преимущественно у тироксина и АТ к ТПО. Их число составило 80,95 и 52,38% от их общего количества. Так, тироксин достоверно коррелировал с уровнем меди ($r = 0,76-0,98$), цинка ($r = 0,71-0,95$), кобальта ($r = 0,89-0,97$), марганца ($r = -0,71-0,88$), свинца ($r = 0,76-0,90$) и кадмия ($r = 0,76-0,93$); количество АТ к ТПО с марганцем ($r = -0,71 - -0,80$), кобальтом ($r = 0,86-0,97$) и кадмием ($r = 0,94-0,97$). Следовательно, тяжелые металлы (Cu, Zn, Mn, Co, Pb, Cd) способны накапливаться в щитовидной железе и влиять на биосинтез и секрецию тиреоидных гормонов, изменять функцию клеточных мембран и мембранных протеинов [21, 22].

Основываясь на данных [4, 16], согласно которым тиреотоксичность тяжелых металлов сопряжена с их способностью влиять на железистый синтез и секрецию тиреоидных гормонов, внещитовидный периферический метаболизм и структурно-функциональное состояние тканей железы, можно констатировать следующее. Такие тяжелые металлы-микроэлементы, как медь, цинк, марганец и кобальт, влияют на биосинтез, секрецию и биоконверсию тиреоидных гормонов, а свинец и кадмий преимущественно на структурные особенности тироцитов.

Таким образом, длительность существования сельскохозяйственных животных в условиях природно-техногенной провинции определяет микроэлементный состав крови, отражающий их метаболизм в клетках организма,

секреторную и функциональную активность щитовидной железы.

Выводы

1. Микроэлементный состав крови телят и коров черно-пестрой породы в условиях природно-техногенной провинции зависит от возраста и длительности контакта с факторами окружающей среды. В организме молочных телят с возрастом уменьшается концентрация железа (на 15,74%) и увеличивается меди (на 62,26%), цинка (на 23,46%), кобальта (в 3,50 раза), марганца (в 2,00 раза), свинца (в 9,00 раз), кадмия (в 1,35 раза), хотя их уровень меньше средней нормативной величины, за исключением железа. В крови коров возрастает содержание меди (на 7,63%), цинка (на 36,45%), марганца (на 34,78%), свинца (на 77,78%), кадмия (на 43,33%) на фоне убыли кобальта (на 44,44%) и железа (на 20,88%), превышая среднюю нормативную величину, за исключением цинка.

2. Концентрация тироксина и трийодтиронина в крови молочных телят с возрастом уменьшается в 1,45 и 2,02 раза ($p \leq 0,05$), коров – в 1,62 и 1,96 раза на фоне убыли скорости периферического дейодирования, оцениваемого по соотношению cT_3/cT_4 , на 40,42% ($p \leq 0,05$) и 83,33% ($p \leq 0,05$), соответственно. Содержание антител к тиреопероксидазе, наоборот, с возрастом в крови животных увеличивается: у телят в 3,83 раза ($p \leq 0,05$), коров – в 1,62 раза ($p \leq 0,05$).

3. Уровень тяжелых металлов в крови сопряжен с функциональным состоянием и секреторной активностью щитовидной железы, что подтверждается значениями корреляций данных признаков. У телят наибольшее количество достоверных корреляций соответствует парам с трийодтиронином (66,67% от их общего количества). При этом гормон коррелирует с железом ($r = 0,86-0,98$), кобальтом ($r = 0,81-0,90$), цинком ($r = 0,82-0,89$), кадмием ($r = 0,83-0,84$) и свинцом ($r = 0,73-0,90$). У коров статистически значимые связи обнаружены преимущественно у тироксина и АТ к ТПО (80,95 и 52,38% от их общего количества). Тироксин коррелирует с уровнем меди ($r = 0,76-0,98$), цинка ($r = 0,71-0,95$), кобальта ($r = 0,89-0,97$), марганца ($r = -0,71-0,88$), свинца ($r = 0,76-0,90$) и кадмия ($r = 0,76-0,93$); количество АТ к ТПО – с марганцем ($r = -0,71 - -0,80$), кобальтом ($r = 0,86-0,97$) и кадмием ($r = 0,94-0,97$).

Список литературы

1. Зобогенные вещества и факторы (обзор литературы) / Н. А. Абрамова, В. В. Фадеев, Г. А. Герасимов, Г. А. Мельниченко // Клиническая экспериментальная тиреологическая. 2006. Т. 2. № 1. С. 21–32.
2. Human exposure to endocrine disrupting chemicals: Effects on the male and female reproductive systems / S. Sifakis, V. P. Androutsopoulos, A. M. Tsatsakis, D. A. Spandidos // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2017. Vol. 51. P. 56–70.
3. Червов В. О., Артымук Н. В., Данилова Л. Н. Гормоноподобные ксенобиотики и гинекологические проблемы. Обзор литературы // Мать и дитя в Кузбассе. 2018. № 2 (73). С. 20–26.
4. Overview of Cadmium Thyroid Disrupting Effects and Mechanisms / A. Buha [et al.] // Int. J. Mol. Sci. 2018. Vol. 19. P. № 1501. P. 1–19. DOI: 10.3390/ijms19051501.
5. Thyroid hormone role in metabolic status and economic beneficial features formation in replacement gilts of different breeds / M. A. Derkho [et al.] // Periodico Tche Quimica. 2019. Vol. 16. № 31. P. 471–483.
6. Балтабекова, А. Ж., Дерхо М. А. Метаболические эффекты тиреоидных гормонов в организме ремонтных бычков казахской белоголовой породы // Известия ОГАУ. 2017. № 1 (63). С. 100–103.
7. Балабаев Б. К., Дерхо М. А. Возрастные особенности тиреоидного статуса и белкового обмена в организме животных казахской белоголовой породы // АПК России. 2016. Т. 23. № 3. С. 640–645.
8. Балабаев Б. К., Дерхо М. А. Оценка функциональной активности щитовидной железы у коров казахской белоголовой породы в ходе подсосного периода // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 103–107.
9. Heavy metals in the volcanic environment and thyroid cancer / R. Vigneri [et al.] // Mol. Cell. Endocrinol. 2017. № 457. P. 73–80.
10. Рустамбекова С. А. Экологические риски патологии щитовидной железы в Московской агломерации // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. : Экология и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 1. С. 16–22.
11. Ильина Е. С., Уварова И. А., Романова Т. П. Гистофункциональное состояние щитовидной железы как индикатор загрязнения окружающей среды // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014. Т. 4. № 11. С. 1281.
12. Андрусишина И. Н. Особенности влияния наночастиц оксидов серебра и алюминия на щитовидную железу крыс // Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. 2016. № 1. С. 50–54.
13. МУ 01-19/47-11. Атомно-адсорбционные методы определения токсичных элементов в пищевых продуктах и пищевом сырье. Утверждены Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации 25 декабря 1992 г.
14. Грибовский Г. П. Ветеринарно-санитарная оценка основных загрязнителей окружающей среды на Южном Урале. Челябинск. 1996. 224 с.
15. Велданова М. В. Роль некоторых стрессогенных факторов внешней среды в возникновении зубной эндемии // Микроэлементы в медицине. 2000. № 1. С. 17–25.
16. Рустембекова С. А., Аметов А. С., Тляшинова А. М. Элементный дисбаланс при патологии щитовидной железы // Российский медицинский журнал. 2008. № 16. С. 1078.
17. Накопление тяжелых металлов в печени крыс в процессе хронической интоксикации медно-цинково-колчеданной рудой / Л. М. Сагитарова, Ф. Х. Камилов, О. А. Князева, Э. Н. Когина // Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. № 1. С. 90–92.
18. Артыкбаева Г. М. Роль дейодиназ 1-го и 2-го типов в метаболизме тиреоидных гормонов (обзор литературы) // Проблемы эндокринологии. 2016. № 2. С. 46–51.
19. Влияние элементов медно-цинковых колчеданных руд на ремоделирование костной ткани и факторы его регуляции / Е. Р. Фаршатова [и др.] // Казанский медицинский журнал. 2015. Т. 96. № 5. С. 783–787.
20. Кретьева М. Г. Исследование влияния факторов внешней среды на состояние щитовидной железы (обзор литературы) // Синергия науки. 2017. № 18. С. 1094–1111.
21. Сафонова В. Ю. Влияние экологических факторов среды на показатели функциональной активности щитовидной железы у животных // Известия ОГАУ. 2016. № 2 (58). С. 180–182.
22. Рыбьянова Ж. С., Дерхо М. А. Сопряженность уровня тяжелых металлов с количеством лейкоцитов в организме коров // Ученые



записки Казанской государственной академии
ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана.
2019. Т. 239. № 3. С. 198–204.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Рыбьянова Жанна Сергеевна, аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: khimieugavm@inbox.ru.

Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна, д-р биол. наук, профессор кафедры инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.
E-mail: gizatulina-f@mail.ru.

* * *

УДК 636.083.37:636.2(574.13)

ДИНАМИКА РОСТА ТЕЛОК НЕДАВНО СОЗДАНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И ИХ ПОМЕСЕЙ НА ФОНЕ КЛАССИЧЕСКОГО МЯСНОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

С. Р. Калдыгулов, С. Д. Тюлебаев, М. Д. Кадышева

В статье представлены материалы сравнительного изучения роста телок казахской белоголовой, аулиекольской пород, брединского мясного типа симменталов и помесей аулиекольская х брединский мясной при умеренном уровне кормления в условиях Актюбинской области. Приведены показатели динамики живой массы и коэффициенты ее увеличения, среднесуточные и относительные приросты живой массы по периодам роста до 18-месячного возраста. Установлено превосходство телок, материнскую основу которых составляют коровы брединского мясного типа, по скорости роста в подсосный период, над сверстницами казахской белоголовой породы, они же росли быстрее казахских и аулиекольских телок в период от 15- до 18-месячного возраста. В итоге установлено их достоверное превосходство по живой массе в 18 мес. над аналогами казахской белоголовой породы на 5,4–10,1%. Помесные животные в этом возрасте превосходили аулиекольских сверстниц на 27,9 кг или 6,9%, а сверстниц казахской белоголовой породы на 39,8 кг. В обсуждении обосновывается необходимость использования умеренного уровня кормления при выращивании телок на ремонт.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, телки, рост, живая масса, среднесуточный прирост, ремонт стада.

Исследования выполнены в соответствии с госзаданием ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН № 0761-2019-0012.

Наблюдающееся поступательное развитие сельского хозяйства в Российской Федерации в целом оставляет желать лучшего в производстве продукции скотоводства, особенно качественной говядины. Эта проблема актуальна и для стран Евразийского пространства, в частности соседнего Казахстана. Одним из путей решения увеличения производства мясной продукции является создание на территории как России, так и Казахстана собственных селекционных достижений в виде новых пород и типов скота, максимально приспособленных к местным природно-климатическим условиям, разведение которых призвано значительно сократить издержки в мясном скотоводстве. Не-

давно созданные аулиекольская порода скота и брединский мясной тип являются типичными представителями этих селекционных достижений [1–5]. Вобрав в себя достижения мирового мясного скотоводства и сохранив адаптивность к местным условиям, эти отечественные бренды при определенном уровне маркетинга могут составить конкуренцию завезенным мясным породам. Степень взаимной адаптивности аулиекольской мясной породы в условиях России, а брединского мясного типа в Казахстане могла бы способствовать увеличению производства говядины в странах ЕврАзЭС [6].

Учитывая значение качества маточного поголовья в стаде, очень важным является направ-



ленное выращивание телок для ремонта стада, с тем чтобы получить оптимальное по воспроизводительной способности животное, а при сверхремонтном использовании и качественную говядину [7]. Несмотря на то, что работ по выявлению оптимальной интенсивности роста телок при выращивании для ремонта стада достаточно много, по вышеназванным селекционным достижениям таких изысканий не проводилось.

Целью исследования является сравнительное изучение особенностей весового роста телок аулиекольской, казахской белоголовой породы и брединского мясного типа симменталов, а также выявление эффективности скрещивания быков брединского мясного типа с аулиекольскими коровами по динамике живой массы телок от рождения до 18-месячного возраста в природно-климатических и технологических условиях Западного Казахстана.

Материалы и методы исследования

Научно-хозяйственный эксперимент был поставлен в КХ «Реймкул» Алгинского района Актюбинской области. Из новорожденного молодняка разных генетических групп животных методом групп-аналогов были сформированы 4 группы телок с разницей в возрасте не более 45 суток. I группа была представлена животными казахской белоголовой породы, II – аулиекольской, III – симменталами брединского мясного типа и IV – помесью – аулиекольская × брединский мясной тип. Животные содержались по технологии, принятой в специализированном мясном скотоводстве, подразумевающей подсосное выращивание телят под матерями до 7-месячного возраста, когда проводился отъем. С отъема животные были поставлены на стойловое содержание. Первые три месяца после рождения животные получали материнское молоко и приучались к концентрированным и грубым кормам, с выходом на пастбище подкормка не осуществлялась. В стойловый период рацион состоял на 30% из концентрированных кормов (отруби пшеничные, дробленый ячмень, комбикорм собственного производства) и 70% сена (луговое разнотравье, житняк). Рацион рассчитывался на получение умеренной интенсивности роста 400–500 г среднесуточного прироста в зависимости от живой массы животных группы. Для животных был обеспечен свободный доступ к питьевой воде.

Рост телок изучался путем ежемесячного взвешивания телок в одну и ту же дату до утреннего кормления, по результатам которого определялся среднесуточный прирост живой массы, относительная скорость роста по формуле С. Броди и коэффициент увеличения живой массы с возрастом. Относительная скорость роста (К) рассчитывалась по формуле:

$$K = \frac{W_2 - W_1}{0,5(W_2 + W_1)} \cdot 100,$$

где W_1 – начальная живая масса;

W_2 – конечная живая масса.

Результаты исследований

При изучении новых генотипов в природно-климатических условиях места разведения самым важным является проявление продуктивности, именно продуктивность является основным критерием адаптированности животных к данным условиям. Анализ динамики живой массы растущих животных изучаемых генотипов выявил закономерные различия между сравниваемыми группами телок (табл. 1). Эти различия определились уже при рождении. Так, симменталы брединского мясного типа и их производные, полученные от аулиекольских быков-производителей, в силу генетических задатков имели живую массу новорожденных телят на 2,6–2,3 кг ($P > 0,05$) или 8,7–7,7% выше, чем у аулиекольских сверстниц и на 7,5–7,2 кг ($P < 0,001$) или 30,1–28,9% выше, чем у аналогов молодняка казахской белоголовой породы.

Дальнейший рост телят, связанный с подсосным периодом, во многом определяется уровнем молочной продуктивности матерей, зависящей от породы. Поэтому вполне естественно увеличение разницы живой массы в отъемный период у молодняка симментальского корня и отъемышей из I и II групп. Так, телки III группы превосходили своих сверстниц из I группы по этому показателю на 9,8 кг, а IV – на 11,9 кг или 4,6 и 5,6%. Аналогичная разница определилась и по отношению к телкам II группы, соответственно: 9,4 и 11,5 кг или 4,4 и 5,4%. К годовалому возрасту разница в живой массе между животными I и II группы, с одной стороны, и их сверстницами из III и IV групп с другой, уменьшилась. До достижения животными 15-месячного возраста эта разница

стабильно сохранялась. К полуторагодовалому возрасту животные симментальского корня опять прибавили в росте и превосходили своих аналогов из I группы на 21,3–39,8 кг, или 5,4–10,2%, а сверстниц из II группы, соответственно, на 9,4–27,9 кг, или 2,3–6,9%. Наибольшей живой массой в отмеченном возрасте, за исключением новорожденных телок, отличались помесные животные аулиекольская × брединский мясной, которые во всех возрастах достоверно превосходили по живой массе животных I и II группы за исключением живой массы новорожденного. Коэффициент увеличения живой массы, выраженный отношением живой массы в определенный период к массе новорожденного теленка, который показывает кратность ее увеличения с возрастом, был наименьшим у брединских мясных симменталов ввиду крупноплодности последних, а наибольшим у сверстниц казахской белоголовой породы.

Уровень живой массы по возрастам обеспечивался среднесуточными приростами, которые различались по группам (табл. 2). Так, в под-

сосный период помесные животные отличались наибольшим уровнем интенсивности роста. Они достоверно превосходили по этому показателю сверстниц аулиекольской породы на 43,2 г, что составляет 5,1%. Телята брединского мясного типа также превосходили аулиекольских аналогов на 31,9 г, или 3,7%, что вполне закономерно, учитывая, что материнская основа этих генотипов – симменталы. Однако дальнейший рост с 7 до 12 мес. характеризовался активизацией роста аулиекольских телят, которые по интенсивности роста из аутсайдеров перешли на II место, хотя в целом за период интенсивность роста телят всех групп снизилась.

Дальнейший рост от года до 15-месячного возраста у всех генотипов ничем примечательным не характеризовался, проявляя тенденции предыдущего периода с незначительным ослаблением. Однако после 15-месячного возраста во всех группах наблюдалось значительное снижение интенсивности роста. Причем в первых двух группах, представленных казахской белоголовой и аулиекольской породами, это сниже-

Таблица 1 – Динамика и коэффициент увеличения живой массы подопытных телок, кг

Возраст, мес.	Группа							
	I	к	II	к	III	к	IV	к
Новорожденные	24,9±0,87	–	29,8±0,51	–	32,4±0,74 ^{aaa}	–	32,1±2,28 ^{aa}	–
7	211,3±1,34	8,5	211,7±1,18	7,1	221,1±2,50 ^{aaab}	6,8	223,2±3,3 ^{aaab}	6,9
12	310,0±3,07	12,4	316,8±2,74	10,6	318,4±2,34 ^a	9,8	330,3±3,43 ^{aaa}	10,3
15	366,4±2,87	14,7	376,8±3,98	12,6	374,9±3,21	11,6	391,8±4,29 ^{aaab}	12,2
18	391,8±3,03	15,7	403,7±4,2	13,5	413,1±3,89 ^{aaa}	12,7	431,6±5,07 ^{aaabbb}	13,4

к – коэффициент увеличения живой массы; ^a – ($P < 0,05$), ^{aa} – ($P < 0,01$), ^{aaa} – ($P < 0,001$) уровень достоверности по отношению к I группе; ^{bb} – ($P < 0,01$), ^{bbb} – ($P < 0,001$) уровень достоверности по отношению к II группе, верно и далее в таблицах.

Таблица 2 – Уровень интенсивности роста (г) и относительного прироста живой массы (%) подопытных телок

Возрастной период, мес.	Группа							
	I		II		III		IV	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	o	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	o	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	o	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	o
0–7	875,1±7,22	157,8	854,0±6,54	150,6	885,9±6,87 ^{bb}	148,9	897,2±8,43 ^{bbb}	149,7
7–12	649,3±9,23	37,9	691,4±11,62	39,8	640,1±12,78	36,1	704,6±14,21 ^{aa}	38,7
12–15	619,8±8,69	16,7	659,3±8,01	17,3	620,9±7,23	16,3	675,8±9,67 ^{aaa}	17,0
15–18	279,1±6,38	6,7	295,6±8,54	6,9	419,8±10,21 ^{aaabbb}	9,7	437,4±12,87 ^{aaabbb}	9,7
0–18	676,2±12,5	176,1	683,5±11,09	172,5	696,0±8,98	170,9	730,3±13,12 ^{aaab}	172,3

o – относительная скорость роста.



ние было более интенсивным, чем в оставшихся двух. В результате этого телки брединского мясного типа превосходили по среднесуточному приросту живой массы за период от 15- до 18-месячного возраста аулиекольских аналогов на 124,2 г, или 42,0%, а казахских белоголовых сверстниц на 140,7 г, или 50,4%. Помесные телки имели еще более значимые показатели, их превосходство составляло над сверстницами аулиекольской породы – 141,8 г, или 48,0%, а над аналогами казахской белоголовой породы, соответственно, 158,3 г, или 56,7%. В целом за период выращивания помесные телки достоверно превосходили аналогов аулиекольской и казахской белоголовой пород по интенсивности роста по второму порогу достоверности.

Еще одним важным показателем, характеризующим напряженность роста животных в сравнительном аспекте, является относительная скорость роста, которая у животных разных пород и генотипов различалась. Так, в подсосный период этот показатель у животных II–IV групп был на порядок (7,2–8,9%) ниже, чем у аналогов I группы, представленных телками казахской белоголовой породы. Однако дальнейший рост до годовалого возраста показал относительное снижение этого показателя у животных казахской белоголовой породы и, напротив, увеличение у брединских мясных симменталов. Период от 12- до 15-месячного возраста не был примечателен по данному показателю ввиду низкой вариабельности. В то же время дальнейший рост животных от 15 до 18 мес. характеризовался широким разнообразием относительной скорости роста по группам. Так, наибольшим показателем относительного прироста живой массы отличались помесные животные и симменталы брединского мясного типа, которые превосходили сверстниц казахской белоголовой породы на 3,0%, а аулиекольских на 3,2%. В итоге за весь период выращивания от рождения до 18-месячного возраста наибольшей относительной скоростью роста отличались телки казахской белоголовой породы, которые превосходили по этому показателю сверстниц II группы на 3,6%, IV группы на 3,8 и III на 5,2%.

Обсуждения

Выращивание ремонтных телок является важнейшей и в то же время финансово затратной задачей как в молочном, так и в мясном ско-

товодстве. Тем не менее, этому уделяется пристальное внимание, так как в конечном счете экономическая эффективность такой телки определяет целесообразность бизнеса. В процессе выращивания ремонтной телки тема получения максимального количества продукции с минимумом понесенных затрат уступает место положению, когда телка рассматривается как средство производства, источник приложения инвестиций, основной целью которого является долговременное эффективное использование, что определяет вовлечение в круг интересов таких важных хозяйственных факторов, как долголетие использования, крепость конституции, многолетняя высокая фертильность.

Большинство авторов считают умеренную интенсивность роста 600–750 г при максимальном 30%-м уровне использования концентратов в условиях свободного выгула оптимальным приемом содержания ремонтных телок. Так, авторы из Германии [8] предлагают вариант, когда приросты живой массы в первый год жизни не должны превышать 830 г в сутки при сбалансированных рационах с высокой концентрацией энергии. Другие предостерегают о неоправданности высококалорийных рационов как с экономической, так и физиологической точек зрения [9, 10]. Например, установлено, что интенсивный рост свыше 900 г приводит к отложению жира в вымени и раннему достижению половой зрелости, что в свою очередь отражается на уровне функциональности молочных желез, низкие среднесуточные приросты живой массы также в конечном счете снижают общую суммарную продуктивность животного [11]. Наши исследования, проведенные в Западном Казахстане в умеренных условиях кормления, в целом согласуются с выводами других авторов. В то же время полученные результаты свидетельствуют, что конкретная местность содержания со специфичным уровнем кормовой базы и порода разведения (впервые задействован брединский мясной тип) – те немаловажные факторы, изучение которых необходимо в каждом конкретном случае и от которых зависит продуктивность молодняка, в том числе ремонтных телок. При этом установлено, что скрещивание, в частности использование аулиекольских производителей на коровах брединского мясного типа, даже при умеренном типе кормления является эффективным приемом.

Список литературы

1. «Брединский мясной» тип симментала – новое направление в мясном скотоводстве России / С. Д. Тюлебаев [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2009. Т. 4. № 62. С. 109–112.
2. Племенная работа с симменталами брединского мясного типа в ООО «Боровое» Челябинской области / М. Д. Кадышева [и др.] // Зоотехния. 2015. № 1. С. 10–12.
3. Аулиекольская мясная порода крупного рогатого скота / Н. Р. Бисекенов [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4 (87). С. 20–24.
4. Выведение и совершенствование аулиекольской породы мясного скота / З. А. Жанбуршинов, Ш. А. Жузенов, В. Д. Крючков, А. Б. Ахметалиева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 4. № 36–1. С. 99–102.
5. Отечественная мясная порода интенсивного типа – новое направление в мясном скотоводстве России / С. Д. Тюлебаев, М. Д. Кадышева, С. А. Мирошников, А. С. Ушаков // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 3. С. 20–26.
6. Перспективы использования новых генотипов мясного скота в экономическом пространстве ЕвразЭС / С. Д. Тюлебаев [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 1 (25). С. 59–62.
7. Интенсивность выращивания телок и их последующие воспроизводительные качества / А. А. Некрасов [и др.] // Зоотехния. 2003. № 4. С. 2–4.
8. Биргит Р., Хармс Я. Воспроизводство стада: проблемы и решения – стратегия роста // НИИ с/х и рыбоводства земли Макленбург. Передняя Померания ; ФРГ, 2011.
9. 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.
10. Рекомендации по разведению мясных пород крупного рогатого скота / Х. А. Амерханов [и др.]. Оренбург, 2017. 28 с.
11. Zanton G., Heinrichs J. Is there a best growth rate for heifers // Issue of Hoard Dairmen. 2006.

Калдыгулов Самат Рейович, соискатель, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН».

E-mail: s-tyulebaev@mail.ru.

Тюлебаев Саясат Джаксылыкович, д-р с.-х. наук, профессор, зав. отделом, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН».

E-mail: s-tyulebaev@mail.ru.

Кадышева Марват Дусангалиевна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН».

E-mail: aliya_ishamanova@mail.ru.

* * *

УДК 636.592:636.033

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ НАБИКАТА И ИРКУТИНА НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ИНДЕЕК

А. С. Мижевикина, И. А. Лыкасова, М. Е. Корюхова

В данной работе представлены результаты производственного опыта по изучению мясной продуктивности индеек при применении Набиката и Иркутина. При применении кормовой добавки Набикат, содержащей в своем составе хелатированный кремний, относительный прирост живой массы индюков увеличился в 1,7 раза в сравнении с группой, которой применяли адаптоген Иркутин, и в 2,2 раза относительно показателей контрольной группы. Абсолютный среднесуточный прирост живой массы в группе индюков, которым добавляли Набикат, был самым высоким – 198,2 г, в группе с использованием Иркутина этот показатель составлял 118,6 г против 95,5 г прироста в контрольной группе.

Ключевые слова: препараты Набикат, Иркутин, показатели мясной продуктивности, индюки.

В настоящее время комбикорма, используемые в питании птицы, характеризуются достаточным количеством и оптимальным соотношением питательных веществ, однако избыточное включение отдельных ингредиентов в корма не позволяет достичь оптимальных результатов. Современные разработки специальных кормовых добавок позволяют не только повысить биологическую ценность кормов, но и увеличить усвояемость и перевариваемость корма. К таким добавкам относят нанобиологическую кормовую добавку Набикат, являющуюся комплексной смесью зародышевых пленок риса, галокатехинов чая и 49 хелатированных микроэлементов, в том числе кремния. Не меньший ин-

терес представляет препарат Иркутин, который в отличие от Набиката является синтетическим препаратом. Основу синтезированной молекулы составляет оксиэтиламмоний метилфеноксидата, который структурно схож с лецитином. Набикат и Иркутин используются самостоятельно или вводятся в составе комбикорма, премикса. Свойства Набиката широко изучены на свиньях, птице (курах) [5, 6, 10]. При этом он показал себя как стимулятор роста и развития, как препарат, стимулирующий мясную продуктивность, обменные процессы в организме, улучшающий состояние костной ткани.

Иркутин применяли при выращивании мясного и молочного крупного рогатого скота.

Он при добавлении в комбикорм позволил увеличить среднесуточный прирост на 15–20%, а при даче дойным коровам увеличивал надой на 10–15% [7, 8].

При сравнительно многочисленных статьях о применении указанных препаратов в птицеводстве [1, 2, 3, 4, 9] сведения о влиянии Иркутина и Набиката на организм индюшек малочисленны. В связи с этим проведенные нами исследования весьма актуальны.

В общем балансе производства мяса птицы доля мяса индеек в России равна 10%. Однако при производстве мяса индеек затрачивается больше корма на единицу прироста живой массы, чем при производстве гибридных цыплят, но потребность населения в разнообразном ассортименте продуктов питания обязывает птицеводов обеспечить производство мяса других видов сельскохозяйственной птицы. Индюшатина считается очень полезным и ценным в пищевом отношении мясом. Его рекомендуют для диетического питания, спортсменам, при аллергиях и даже для похудения. Поэтому спрос на индюшатину в последнее время возрастает. Индюки довольно быстро набирают массу и уже в 5–6 месяцев достигают свой полный вес. Но для усиления использования потенциала роста и продуктивности организма можно в рацион вводить различные кормовые добавки.

Цель наших исследований – сравнить влияние биологически активных добавок Иркутин и Набикат на организм индеек и их мясную продуктивность. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить динамику роста и развития индеек за период с 2 до 6 месяцев;
- дать оценку мясных качеств индеек после применения биологически активных добавок.

Объектом исследования были индюки в возрасте 2–6 месяцев тяжелого мясного кросса БИГ-6, предметом – показатели прироста живой массы, мясная продуктивность индеек.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели в хозяйстве «Индюшина ферма» Аргаяшского района Челябинской области был проведен эксперимент, в котором были испытаны кормовые добавки Набикат и Иркутин. Всего было сформировано три группы индеек по 13 голов (8 самок и 5 самцов). Первая группа – контрольная и две опытные группы. Первую контрольную

группу кормили кормом, принятым в хозяйстве; во второй опытной группе в корм добавляли Иркутин в дозе 0,005 г на кг массы тела; третьей добавляли Набикат в дозе 2 кг на 1 т корма. Иркутин дозировали по средней массе индюшек в группе. В утреннее кормление Иркутин вносили в небольшую порцию комбикорма, затем раздавали остальной корм.

Кормление птиц осуществлялось комбикормом К58, зеленый корм (трава) вволю, вода вволю, содержалась птица в птичниках, свободный выгул не менее часа в день. Опыт длился 112 суток.

Взвешивали птиц ежемесячно в утренние часы до кормления.

При оценке мясной продуктивности птицы учитывали следующие показатели – живую массу, скорость и интенсивность роста и мясные качества птицы.

Живая масса – это основной признак, по которому определяли количество мяса у птицы, живую массу устанавливали путем взвешивания утром до кормления.

Абсолютный среднесуточный прирост массы тела определяли по формуле:

$$(W_1 - W_0)/t,$$

где W_1 – конечная масса тела, г;
 W_0 – начальная масса тела, г;
 t – продолжительность эксперимента.

Относительный прирост живой массы (A) вычисляли по формуле:

$$A = (W_t - W_0)/W_0 \cdot 100,$$

где W_t – живая масса в конце периода, г;
 W_0 – живая масса в начале периода, г.

При оценке мясных качеств птицы учитывали следующие показатели:

- живую массу перед убоем (предубойная масса), которую определяют после 12–16 часов голодной выдержки и 4 часов без воды;
- массу непотрошенной тушки (убойная масса) – масса тушки без крови и пера;
- массу полупотрошенной тушки – масса тушки без крови, пера, у которой удалены кишечник с клоакой, зоб, яйцевод (у несушек);
- массу потрошенной тушки – масса тушки без крови, пера, головы, ног, крыльев до локтевого сустава, у которой удалены все внутренние органы, кроме легких и почек;



– массу грудных мышц;
 – съедобные части – мышцы грудные, ног и туловища, печень без желчного пузыря, сердце, мышечный желудок без содержимого и кутикулы, почки, легкие, кожа с подкожным жиром и внутренний жир;

– несъедобные части – ноги (лапы), голова, кости туловища и конечностей, крылья до локтевого сустава, желудочно-кишечный тракт (пищевод, зоб, железистый желудок, кутикула, кишечник, включая содержимое, поджелудочная железа, желчный пузырь), яйцевод, яичник, семенники, гортань, трахея.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «Microsoft Excel», достоверность различий определяли путем сопоставления с критерием по Стьюденту.

Результаты исследований

Скорость роста – признак, учитываемый у мясного молодняка индюков. Наибольшая скорость роста приходилась на первый месяц жизни. К концу 2–3-го месяца начальная живая масса молодняка увеличивается в несколько раз, а относительный прирост составлял 190% и более.

Скорость роста птицы зависит от вида, породы, кросса, пола и возраста. Увеличение живой массы (в абсолютных показателях) происходит быстрее у гусят, затем у утят и индюшат. В возрасте 1 месяц масса гусят в 2 раза больше, чем индюшат, и почти в 4 раза больше, чем цыплят. У индюшат наибольшая интенсивность роста бывает в 2–3-месячном возрасте, и они значительно обгоняют в росте всю другую птицу. Живая масса взрослого индюка примерно на 50–60% больше массы самки. Породные различия в живой массе птицы очень значительны. Индивидуальные различия в ско-

рости роста молодняка одной и той же породы в условиях правильного выращивания достигают 10–15% и более. Возраст птицы также оказывает большое влияние на мясную продуктивность. С возрастом скорость деления клеток уменьшается, и поэтому относительный прирост снижается, хотя абсолютный прирост до определенного предела может расти.

Большая интенсивность роста была первые 2 месяца опыта, причем наивысшая цифра была в третьей группе – 179,3%. В это время в контроле интенсивность роста была 86,3%, а во второй группе – 103,7%. После третьего взвешивания цифры относительного прироста были 165,2, 140,2 и 263,3% по группам соответственно.

Исходя из данных таблицы 1 видно, что наиболее эффективным при доращивании индюшек оказалось применять Набикат. В период опыта в 3-й группе индюшки активнее поправлялись и набирали массу, относительный прирост составил 652,9% за весь период кормления. При введении Иркутина в рацион индюков прирост составил 13,28 кг, а интенсивность роста 379,4%. Наибольший абсолютный среднесуточный прирост был у индюков 3-й группы – 198,2 г. Напряженность роста птиц больше 100% – свидетельство полноценного кормления. Вероятно, Набикат, имеющий в своем составе микроэлементы, стимулирует усвоение корма, повышая тем самым интенсивность роста и абсолютный прирост птиц.

Анализ показал, что наибольшее влияние на мясную продуктивность индюков оказывает Набикат (3-я опытная группа).

Для детального изучения мясной продуктивности, в соответствии с ГОСТ 31467-2012 Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы отбора проб и подготовка

Таблица 1 – Результаты прироста живой массы индеек в динамике опыта ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$), $n = 13$

Взвешивание	Группа		
	1-я группа (контрольная)	2-я опытная	3-я опытная
Начало опыта (2-месячные цыплята), кг	3,6±0,16	3,5±0,31	3,4±0,24
Конец опыта (6-месячные индюки), кг	14,30±0,34	16,78±0,90*	25,6±4,31***
Абсолютный среднесуточный прирост, г	95,5±3,24	118,6±3,42	198,2
Относительный прирост, %	297,2	379,4	652,9

Примечание: достоверно при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$.

Таблица 2 — Послеубойный выход мяса, кг ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$), $n = 3$

	1-я группа (контрольная)	2-я группа (Иркутин)	3-я группа (Набикат)
Общий вес тушки без пера	11,2±0,01	13,4±0,01	23,3±0,01
Внутренние органы	1,2±0,01	1,2±0,01	2,3±0,01
Мясо	6,6±0,01	7,9±0,01	13,8±0,01
Кости	2,3±0,01	2,7±0,01	4,7±0,01
Кожа	0,7±0,01	0,8±0,01	1,5±0,01
Жир	0,5±0,01	0,6±0,01	0,9±0,01

их к испытаниям, было отобрано по три тушки из каждой группы.

Данные показали, что изменилась мясная продуктивность, выход съедобных частей, масса потрошенной тушки.

Послеубойный выход тушек был выше у птиц 3-й группы. Тушки индеек 3-й группы даже визуально были крупнее по сравнению с контрольной и 2-й группой. Можно сделать вывод, что кормление препаратом Набикат значительно повышает мясную продуктивность индюков.

Чистый выход мяса в 3-й группе составил 13,8 кг, тогда как во второй опытной группе только 7,9 кг, а в контрольной группе 6,6 кг. Развитие и накопление жира соответствовало росту и развитию птицы: чем выше был прирост, тем больше было внутреннего и подкожного жира. Соотношение мясо-жир составило в контроле 9,4; во второй группе – 9,8; в третьей – 9. Соотношение мяса и кожи с подкожным жиром было в контроле 13,2; во второй группе – 13,2; в третьей – 14. Можно сделать вывод, что соотношение мясо : жир и мясо : кожа было во всех группах примерно одинаково, испытуемые кормовые добавки не стимулировали рост какой-либо отдельной ткани (жировой), а повышение развития тканей происходило пропорционально росту всего организма. Сравнивая три группы, по показателю выхода чистого мяса видно, что при кормлении биологически активной добавкой Набикат результат значительно выше в сравнении с Иркутином.

Выводы

1. Набикат и Иркутин стимулируют рост, развитие, мясную продуктивность индюков, доказательством чему является увеличение абсолютного среднесуточного и относительного прироста мяса.

2. Большим стимулирующим действием обладает Набикат, при его применении было получено мяса за период кормления на 20,48 кг больше.

3. Набикат и Иркутин не изменяют пропорциональность развития тканей, входящих в состав мяса.

Список литературы

1. Еремин С. В. Влияние новой кремнесодержащей кормовой добавки Набикат на продуктивность, обмен веществ и резистентность организма у цыплят бройлеров // Научный электронный журнал КубГАУ. Краснодар : КубГАУ, 2016. № 120 (06). С. 54.
2. Лыкасова И. А., Постоева А. А. Технологические показатели мяса бройлеров при применении иркутина // Наука (Костанай). 2014. № S4–1. С. 190–192.
3. Лыкасова И. А., Макарова З. П., Мижевикина А. С. Влияние препаратов Набикат и Синбилайт на химический состав мяса бройлеров // Актуальные вопросы биотехнологии ветеринарной медицины: теория и практика : матер. нац. науч. конф. Института ветеринарной медицины (Троицк, 2018). Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. 179 с.
4. Мижевикина А. С. Использование кремнесодержащих добавок в птицеводстве // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 80–86.
5. Мижевикина А. С., Лыкасова И. А. Мясная продуктивность свиней при применении в рационе кремнесодержащей смеси // Успехи современной науки. 2016. Т. 1. № 2. С. 16–18.
6. Мижевикина А. С., Лыкасова И. А. Оценка влияния кормовой добавки «НАБИКАТ» на качество и безопасность свинины // Научное обеспечение безопасности и качества продукции животноводства : матер. Всерос. (националь-



ной) науч.-практ. конф. (23 мая 2019 г.). Курган : Изд-во Курганской ГСХА, 2019. С. 171–175.

7. Мордань Г. Г., Симоненко В. П. Иркутин – эффективный стимулятор повышения продуктивности // Белорусское сельское хозяйство. 2009. № 10. С. 43.

8. Перфильев К. В., Лыкасова И. А. Молочная продуктивность коров-первотелок чернопестрой породы при использовании в рационе Иркутина // Научно-методический электронный журнал Концепт. 2014. Т. 20. С. 4571–4575.

9. Шилков А. А., Мижевикин И. А., Мижевикин Д. А. Ветеринарно-санитарная оценка мяса бройлеров при использовании в рационе Иркутина // European Scientific Conference : сб. ст. XVII Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза, 2019. С. 303–305.

10. Mukhamedyarova Z. P., Lykasova I. A., Mizhevikina A. S. Changes in morphological and biochemical parameters of blood of broiler chickens caused by use of feed additives // Advances in Engineering Research. 2018. С. 865–869.

Мижевикина Анна Сергеевна, канд. ветеринар. наук, доцент, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения потребительских товаров, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: annuskamig@mail.ru.

Лыкасова Ирина Александровна, д-р ветеринар. наук, профессор, заведующая кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы и товароведения потребительских товаров, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: irina41056@mail.ru.

Корюхова Мария Евгеньевна, аспирант, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: fass.1994@mail.ru.

* * *

ТИРЕОИДНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ ПРОВИНЦИИ

Ж. С. Рыбьянова, М. А. Дерхо

Изучена секреторная активность щитовидной железы по уровню cT_3 и cT_4 , их биологические свойства в организме телят и коров, оцениваемые по уровню белковых параметров крови, в условиях природно-техногенной провинции. Исследования выполнены на молочных телятах черно-пестрой породы в 1-, 3- и 6-месячном возрасте; коровах черно-пестрой породы в возрасте 3; 4–5 и 5–6 лет перед запуском (280–300-е сутки лактации). В крови молочных телят концентрация cT_3 и cT_4 к 6-месячному возрасту снижается на 50,74 и 30,83 %, убыль гормонов в организме коров составляет 66,24 и 38,17 % соответственно. В крови 6-месячных телят, по сравнению с 1-месячными, достоверно увеличивается концентрация общего белка, альбуминов на 9,37 и 39,62 %, активность АсАТ и АлАТ в 1,30 и 2,02 раза на фоне снижения мочевины (на 33,59 %, $p \leq 0,05$). У коров, наоборот, в крови снижается уровень общего белка (на 7,43 %, $p \leq 0,05$), глобулинов (на 21,62 %, $p \leq 0,05$) на фоне возрастания концентрации мочевины (на 38,84 %, $p \leq 0,05$), АсАТ (в 2,52 раза, $p \leq 0,05$), АлАТ (в 2,33 раза, $p \leq 0,05$) и уменьшения величины ОБ/мочевина на 33,35 % ($p \leq 0,05$). Трийодтиронин регулирует в крови телят количество альбуминов, мочевины, АсАТ и АлАТ ($r(cT_3\text{-Alb}) = -0,80 \pm 0,25 - -0,97 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-Мочевина}) = 0,79 \pm 0,23 - 0,87 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-АсАТ}) = -0,84 \pm 0,20 - -0,88 \pm 0,18$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,79 \pm 0,17 - -0,97 \pm 0,08$); коров – альбуминов, АлАТ и соотношения АсАТ/АлАТ ($r(cT_3\text{-Alb}) = 0,73 \pm 0,26 - 0,82 \pm 0,22$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,85 \pm 0,21 - -0,96 \pm 0,10$; $r(cT_3\text{-АсАТ/АлАТ}) = -0,89 \pm 0,15 - 0,92 \pm 0,08$).

Ключевые слова: кровь, белки, ферменты, тиреоидные гормоны, корреляция, телята, коровы.

Все физиологические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма животных, контролируются эндокринной системой [1], которая за счет проявления биологических свойств гормонов программирует рост и развитие, принимает участие в развитии половой системы и иммунитета, определяет интенсивность и направленность обмена веществ и энергии, постоянство внутренней среды организма (гомеостаз) и т.д. В последние годы установлено, что важнейшей функцией системы является регуляция приспособительных процессов, протекающих в организме при воздействии различных экстремальных факторов, включая и постоянно изменяющиеся факторы окружаю-

щей внешней среды [2, 3, 4, 5]. При этом адекватность адаптационных проявлений напрямую сопряжена с секреторной активностью желез внутренней секреции [6].

Известно, что в условиях природно-техногенных провинций на организм сельскохозяйственных животных воздействуют не только технологические факторы [7], но и антропогенные [8, 9], специфические характеристики которых сопряжены с геохимическими особенностями территорий, уровнем развития промышленности, химическим составом выбросов и их распределением в окружающей среде и т.д. В частности, в горно-заводской зоне Челябинской области расположены медно-цинково-



колчеданные залежи руды и соответствующие горноперерабатывающие предприятия, что в совокупности определяет распределение тяжелых металлов в компонентах природных сред и их миграционную подвижность в трофических цепях [10]. В условиях агроэкосистем данных территорий частью пищевой цепи являются сельскохозяйственные животные, в организм которых поступают тяжелые металлы, в основном алиментарным путем, избирательно депонируются в органах и тканях, инициируя запуск приспособительных реакций [9] и компенсационных процессов [11].

Основываясь на том, что важнейшей регулирующей системой организма является эндокринная, обеспечивающая как устойчивость, так и его адаптацию к действию химических токсикантов, логично предположить, что в условиях природно-техногенной провинции биологические эффекты гормонов отражают степень адаптированности живых организмов и уравновешенность процессов его жизнедеятельности к воздействию факторов окружающей среды.

Цель исследований – изучение секреторной активности щитовидной железы по уровню cT_3 и cT_4 , биологических свойств гормонов в организме телят и коров, оцениваемых по уровню белковых параметров крови в условиях природно-техногенной провинции, сформированной в зоне разработки медно-цинково-колчеданных залежей руды.

Материалы и методы исследования

Исследования, представленные в работе, получены в 2016–2020 гг. в условиях ООО «Предуралье» (Верхнеуральский муниципальный р-н, Челябинская обл.). Земельные угодья сельскохозяйственного предприятия являются частью геотехнической системы, образованной в процессе разработки медно-цинково-колчеданных рудных месторождений ОАО «Учалинский ГОК» [10], что определяет содержание тяжелых металлов в почве, воде и кормовых растениях хозяйства. При этом в кормах рациона кормления животных не превышено значение МДУ для цинка, меди, железа, марганца, кобальта, кадмия, свинца, но среднесуточное употребление таких металлов, как медь, цинк и марганец, превышено на 10,00–25,00%.

Экспериментальная работа планировалась и выполнялась в два этапа.

На первом этапе в исследованиях использованы молочные телята черно-пестрой породы. Опытная группа, включающая 9 особей ($n = 9$), была сформирована по принципу приближенных аналогов. Кровь как материал исследований брали у животных вакуумным методом из подвостовой вены в 1-, 3- и 6-месячном возрасте.

На втором этапе исследования выполнены на коровах черно-пестрой породы, из которых по принципу приближенных аналогов было сформировано 3 опытные группы ($n = 11$). В I группу вошли коровы после 1-го отела в возрасте 3 лет, во вторую после 2-го отела (4–5 лет) и в третью – после 3-го отела (5–6 лет). Материал исследований (кровь) брали у животных перед запуском (280–300-е сутки лактации).

В сыворотке крови определяли концентрацию свободного тироксина (cT_4) и трийодтиронина (cT_3) иммуноферментным методом с помощью наборов реактивов «Вектор-Бест» (г. Новосибирск); содержание общего белка (ОБ), альбуминов (Alb), мочевины, активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ) колориметрическим методом с помощью готовых наборов реактивов «Эко-сервис», «Витал Девелопмент Корпорэйшн». Уровень глобулинов (Gl, г/л), Alb/Gl – коэффициент (усл. ед.) и соотношения между тиреоидными гормонами ($cT_3/cT_4 \times 10$, где 10 – нормализующий коэффициент, усл. ед.), общим белком и мочевиной (ОБ/Моч, усл. ед.) расчетным путем.

Статистическую обработку данных выполнили на персональном компьютере в табличном процессоре «Microsoft Excel-2007». Связь признаков оценена путем расчета коэффициентов корреляции (r) по Пирсону. Достоверность различий между группами признаков оценивали с помощью t -критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Среди всех гормонов животного организма особое место занимают тиреоидные (гормоны щитовидной железы), что обусловлено многообразием их биологических эффектов. Они контролируют ростовые процессы, дифференцировку клеток органов и тканей, обмен веществ и энергии, функциональную активность физиологических систем, адаптационно-компенсаторные реакции [3, 12, 13], что сопряжено с наличием рецепторов гормонов практически во всех клетках органов и тканей.

Анализ возрастной динамики тиреоидных гормонов в организме молочных телят показал, что их уровень был максимален в 1-месячном возрасте (рис. 1), являясь результатом преимущественно морфогенных эффектов гормонов в данный период постнатального онтогенеза [1]. В ходе молочного периода их уровень плавно снижался. При этом концентрация сТ₃, сТ₄ и сТ₃/сТ₄ в 6-месячном возрасте, по сравнению с 1-месячным, уменьшилась на 50,74; 30,83 и 28,79% соответственно.

Следовательно, в ходе молочного периода секреторная активность щитовидной железы и скорость периферического дейодирования у телят снижалась, как результат завершения процесса формирования и становления физиологических функций организма на фоне его приспособления к условиям среды [14].

Содержание трийодтиронина и тироксина в крови коров было взаимосвязано с их возраст-

том, определяющим количество отелов и время жизни в условиях природно-техногенной провинции (рис. 2). При этом возрастная убыль уровня сТ₃ и сТ₄ составила 66,24 и 38,17%, несмотря на возрастание скорости периферического дейодирования на 45,45%. Следовательно, щитовидная железа в организме коров, как результат воздействия факторов окружающей среды, подвергалась перестройке, приобретая новый ритм функционирования.

Функции щитовидной железы в организме сельскохозяйственных животных напрямую сопряжены с обменом белков [15]. Поэтому он был использован нами для характеристики биологических свойств гормонов. Сначала мы оценили его изменчивость в организме телят и коров с возрастом (табл. 1).

В крови молочных телят концентрация общего белка (табл. 1), отражающая общую обеспеченность организма протеином, с воз-

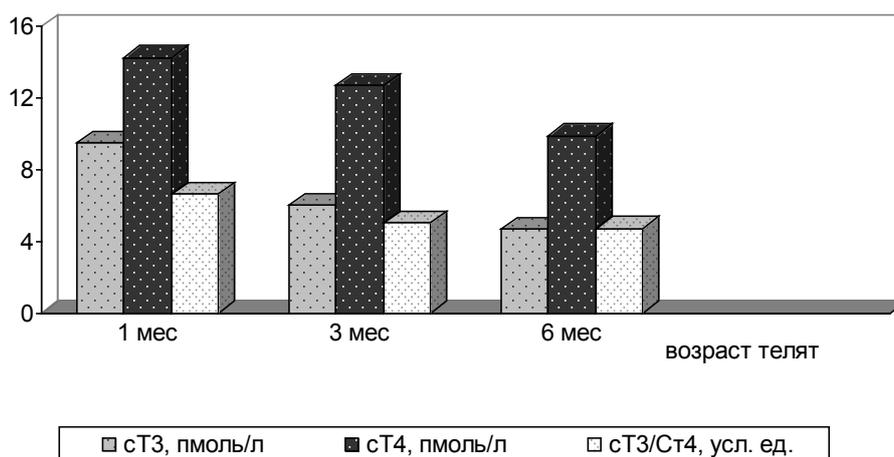


Рис. 1. Динамика тиреоидных гормонов в крови телят

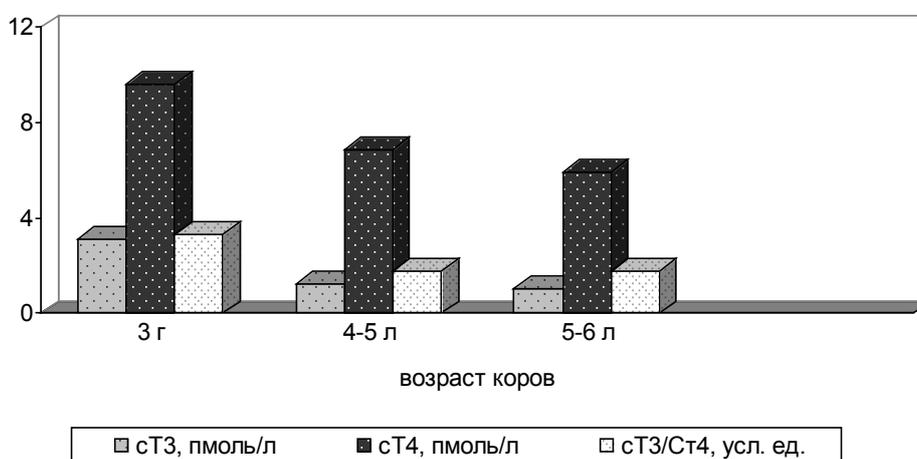


Рис. 2. Динамика тиреоидных гормонов в крови коров



растом увеличивалась на 9,37% ($p \leq 0,05$), как результат роста и развития организма. При этом количество альбуминов, выраженное и в г/л, и в %, тоже возрастало на 39,62 и 24,22% ($p \leq 0,05$) соответственно. Положительная динамика параметра свидетельствовала, во-первых, о росте объемов синтеза альбуминов в клетках печени в результате функционального формирования альбуминсинтезирующей функции органа, во-вторых, о важной роли белка в процессах жизнедеятельности организма. В то же время количество глобулинов, наоборот, снижалось на 11,57% ($p \leq 0,05$), обеспечивая увеличение величины соотношения Alb/Gl на 55,71% ($p \leq 0,05$). В целом изменения в белковом составе крови свидетельствовали об анаболической направленности обмена веществ, соответствовали возрасту животных и границам нормы. Данный вывод согласовывался как возрастной изменчивостью уровня мочевины и ее соотношения с общим белком крови, так и вариабельностью активности ферментов перераминирования. Следовательно, прессинг факторов среды на организм телят в исследуемый нами период постнатального онтогенеза был адекватен их приспособительным и компенсаторным возможностям.

В организме коров наблюдалась противоположная тенденция (табл. 1). Так, концентрация общего белка, хотя и в границах нормы, уменьшалась с возрастом на 7,43% ($p \leq 0,05$). Длительность существования животных в условиях природно-техногенной провинции достоверно не влияла на количество альбуминов в крови, но вот уровень глобулинов умень-

шался на 21,62% ($p \leq 0,05$), обеспечивая рост величины Alb/Gl соотношения на 34,37–39,58% ($p \leq 0,05$). Следовательно, у коров с возрастом снижалась способность к специфическому гуморальному ответу на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. Кроме этого, в обмене белков у животных биохимические процессы катаболической направленности преобладали над анаболическим. Об этом свидетельствовал рост концентрации мочевины в крови коров на 38,84% ($p \leq 0,05$) и уменьшение величины ОБ/мочевина на 33,35% ($p \leq 0,05$), несмотря на то, что коровы были стельными перед запуском. О неблагоприятном воздействии факторов окружающей среды на организм коров свидетельствовала и возрастная изменчивость активности ферментов перераминирования. Так, уровень АсАТ возрастал в 2,52 раза ($p \leq 0,05$), АлАТ – в 2,33 раза ($p \leq 0,05$). При этом соотношение АсАТ/АлАТ достоверно не изменялось, хотя имело тенденцию к повышению. Следовательно, реакция организма коров на экологическую нагрузку в условиях природно-техногенной провинции, оцениваемая по состоянию белкового метаболизма, была сопряжена с возрастом и только у 3-летних животных соответствовала адаптационным возможностям животных. Увеличение длительности контакта инициировало запуск компенсаторных процессов и, в первую очередь, в клетках печени. Согласно данным [16], при длительном существовании в экологически неблагоприятных условиях в организме развиваются признаки экологического стресса.

Таблица 1 – Белковый состав крови животных ($X \pm Sx$)

Показатель	Телята ($n = 9$)			Коровы ($n = 11$)		
	1 мес.	3 мес.	6 мес.	I группа	II группа	III группа
ОБ, г/л	74,02±1,15	77,82±2,04	80,96±1,04*	77,65±1,00	72,65±1,17*	71,88±0,81*
Alb, г/л	30,29±0,37	39,65±0,95*	42,29±0,54*	38,05±1,15	41,61±1,06	40,48±0,84
Alb, %	40,92±0,93	50,95±0,87*	52,23±0,25*	49,00±0,92	57,32±1,56*	56,31±0,27*
Gl, г/л	43,73±1,34	38,17±1,45*	38,67±0,68*	39,60±0,58	31,04±1,40*	31,40±0,17*
Alb/Gl, усл. ед.	0,70±0,03	1,04±0,03*	1,09±0,01*	0,96±0,03	1,34±0,08*	1,29±0,03*
Мочевина, ммоль/л	6,34±0,18	4,30±0,12*	4,21±0,14*	3,99±0,18	4,84±0,09*	5,54±0,09*
ОБ/Моч, усл. ед.	11,67±0,54	18,09±0,95*	19,23±0,88*	19,46±1,04	15,01±0,32*	12,97±0,33*
АсАТ, ммоль/ч.л	0,30±0,03	0,33±0,02	0,39±0,01*	0,36±0,01	0,46±0,02*	0,91±0,05*
АлАТ, ммоль/ч.л	0,37±0,02	0,71±0,04*	0,75±0,02*	0,30±0,03	0,33±0,07	0,70±0,03*
АсАТ/АлАТ, усл. ед.	0,82±0,12	0,47±0,03*	0,52±0,01*	1,20±0,13	1,39±0,25	1,30±0,10

Примечание: * – $p \leq 0,05$ у телят по отношению к 1-мес. возрасту, у коров – к I группе.

Белковый метаболизм в организме животных напрямую сопряжен с биологическими эффектами гормонов щитовидной железы, так как, во-первых, большинство клеток организма имеют специфические рецепторы к тиреоидным гормонам [3], и, во-вторых, реализация их действия взаимосвязана с функциями ДНК, определяющими свойства каталитических белков и, как следствие, скорость ключевых биохимических реакций [7, 13]. Поэтому мы определили степень скоррелированности концентраций гормонов щитовидной железы (cT_3 , cT_4) и белковых параметров крови у телят и коров. Данные приведены в таблице 2. Их анализ показал следующее.

1. Положительные значения коэффициентов корреляции преобладали над отрицательными. В группе телят прямые связи между признаками составили 53,33 (у T_3) и 60,00% (у T_4) от их общего количества, а у коров – 63,33% (T_3 и T_4). Значит, концентрация свободных форм тиреоидных гормонов в кровотоке животных прямо была взаимосвязана с уровнем белковых параметров, то есть гормоны в обмене белков регулировали соотношение между

реакциями анаболической и катаболической направленности [17] и ход приспособительных процессов [16].

2. Достоверные значения коэффициентов корреляции выявлены не только между белковыми параметрами крови и трийодтиронином (в группе телят 53,33%, у коров – 46–66%), но и тироксином (у телят – 26,67%, коров – 23,33%). Выявление статистически значимых взаимосвязей между признаками у тироксина свидетельствует о том, что в процессах регуляции белкового обмена в организме животных участвует не только T_3 , и функция тироксина сводится не только к обеспечению процессов периферического дейодирования прогормона. Вероятно, в организме животных имеются клетки, рецепторы которых специфичны и к T_3 , и к T_4 [3]. Данный факт в условиях воздействия на организм животных экологически неблагоприятных факторов среды позволяет гормонам более точно контролировать метаболизм белков (соотношение пластических и энергетических потоков), обеспечивая протекание приспособительных и компенсаторных процессов.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между признаками ($X \pm Sx$)

Показатель	Телята (n = 9)/Коровы (n = 11)					
	1 мес. I группа		3 мес. II группа		6 мес. III группа	
	cT_3 , пмоль/л	cT_4 , пмоль/л	cT_3 , пмоль/л	cT_4 , пмоль/л	cT_3 , пмоль/л	Tc_4 , пмоль/л
ОБ, г/л	$-0,37 \pm 0,36$ $0,57 \pm 0,31$	$-0,52 \pm 0,29$ $0,17 \pm 0,37$	$-0,55 \pm 0,31$ $0,50 \pm 0,33$	$-0,24 \pm 0,37$ $0,39 \pm 0,35$	$-0,16 \pm 0,37$ $0,41 \pm 0,34$	$-0,67 \pm 0,28$ $0,65 \pm 0,29$
Alb, г/л	$-0,97 \pm 0,09^*$ $0,74 \pm 0,23^*$	$-0,04 \pm 0,38$ $0,37 \pm 0,35$	$-0,80 \pm 0,23^*$ $0,73 \pm 0,26^*$	$-0,56 \pm 0,31$ $0,71 \pm 0,27$	$-0,98 \pm 0,08^*$ $0,82 \pm 0,22^*$	$-0,49 \pm 0,33$ $0,79 \pm 0,23^*$
Alb, %	$0,95 \pm 0,12^*$ $-0,46 \pm 0,34$	$0,06 \pm 0,38$ $-0,38 \pm 0,37$	$0,96 \pm 0,08^*$ $0,94 \pm 0,04^*$	$0,58 \pm 0,31$ $-0,67 \pm 0,28$	$0,27 \pm 0,36$ $0,65 \pm 0,29$	$0,26 \pm 0,37$ $-0,57 \pm 0,32$
Gl, г/л	$0,33 \pm 0,35$ $0,33 \pm 0,36$	$0,98 \pm 0,03^*$ $0,93 \pm 0,14^*$	$0,45 \pm 0,32$ $0,98 \pm 0,08^*$	$0,77 \pm 0,24^*$ $0,74 \pm 0,24^*$	$0,31 \pm 0,36$ $0,36 \pm 0,35$	$0,81 \pm 0,26^*$ $0,82 \pm 0,22^*$
Alb/Gl, усл. ед.	$-0,05 \pm 0,38$ $-0,44 \pm 0,34$	$-0,87 \pm 0,08^*$ $-0,39 \pm 0,35$	$0,48 \pm 0,33$ $0,95 \pm 0,03^*$	$-0,88 \pm 0,07^*$ $-0,64 \pm 0,29$	$-0,60 \pm 0,30$ $0,65 \pm 0,29$	$-0,90 \pm 0,12^*$ $0,92 \pm 0,15^*$
Мочевина, ммоль/л	$0,79 \pm 0,23^*$ $-0,59 \pm 0,31$	$0,60 \pm 0,33$ $0,22 \pm 0,37$	$0,87 \pm 0,09^*$ $-0,65 \pm 0,29$	$0,57 \pm 0,31$ $0,65 \pm 0,29$	$0,84 \pm 0,24^*$ $-0,85 \pm 0,20^*$	$0,64 \pm 0,28$ $0,25 \pm 0,37$
ОБ/Моч, усл. ед.	$0,97 \pm 0,09^*$ $0,63 \pm 0,29$	$0,03 \pm 0,38$ $0,17 \pm 0,37$	$0,63 \pm 0,30$ $0,71 \pm 0,27$	$0,59 \pm 0,36$ $0,48 \pm 0,33$	$0,29 \pm 0,36$ $0,89 \pm 0,19^*$	$0,23 \pm 0,37$ $0,15 \pm 0,37$
АсАТ, ммоль/ч·л	$-0,88 \pm 0,18^*$ $-0,39 \pm 0,35$	$-0,70 \pm 0,27$ $-0,65 \pm 0,29$	$-0,84 \pm 0,20^*$ $-0,45 \pm 0,34$	$0,82 \pm 0,21^*$ $-0,44 \pm 0,35$	$-0,86 \pm 0,19^*$ $-0,64 \pm 0,29$	$0,24 \pm 0,36$ $-0,28 \pm 0,36$
АлАТ, ммоль/ч·л	$-0,97 \pm 0,08^*$ $-0,87 \pm 0,11^*$	$0,03 \pm 0,38$ $-0,46 \pm 0,34$	$-0,79 \pm 0,17^*$ $-0,96 \pm 0,10^*$	$-0,48 \pm 0,36$ $-0,56 \pm 0,31$	$-0,79 \pm 0,22^*$ $-0,85 \pm 0,21^*$	$0,41 \pm 0,34$ $-0,85 \pm 0,20^*$
АсАТ/АлАТ, усл. ед.	$0,89 \pm 0,17^*$ $0,92 \pm 0,08^*$	$0,67 \pm 0,28$ $0,49 \pm 0,33$	$0,76 \pm 0,22^*$ $0,89 \pm 0,15^*$	$-0,32 \pm 0,33$ $0,62 \pm 0,32$	$0,63 \pm 0,30$ $0,89 \pm 0,15^*$	$0,64 \pm 0,29$ $0,17 \pm 0,37$

Примечание: * – $p \leq 0,05$, в числителе – данные по телятам, в знаменателе – по коровам.



3. Трийодтиронин регулирует белковый обмен в организме телят в условиях природно-техногенной провинции посредством контроля синтеза альбуминов, мочевины, АсАТ и АлАТ, о чем свидетельствуют достоверные значения коэффициентов корреляции: $r(cT_3\text{-Alb}) = -0,80 \pm 0,25 - 0,97 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-Мочевина}) = 0,79 \pm 0,23 - 0,87 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-АсАТ}) = -0,84 \pm 0,20 - 0,88 \pm 0,18$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,79 \pm 0,17 - 0,97 \pm 0,08$; у коров за счет поддержания в кровотоке концентрации альбуминов, активности АлАТ и соотношения АсАТ/АлАТ: $r(cT_3\text{-Alb}) = 0,73 \pm 0,26 - 0,82 \pm 0,22$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,85 \pm 0,21 - 0,96 \pm 0,10$; $r(cT_3\text{-АсАТ/АлАТ}) = -0,89 \pm 0,15 - 0,92 \pm 0,08$. Следовательно, трийодтиронин контролирует в организме животных биохимические реакции, скорость и направленность которых взаимосвязана, в первую очередь, с функциональным состоянием печени, определяемым уровнем экологической нагрузки.

4. Концентрация тироксина как в организме телят, так и коров была достоверно взаимосвязана с количеством глобулинов (у телят $r(cT_3\text{-G1}) = 0,77 \pm 0,24 - 0,98 \pm 0,03$; коров $r(cT_3\text{-G1b}) = 0,74 \pm 0,24 - 0,93 \pm 0,14$). С одной стороны, взаимосвязь признаков обусловлена способностью гормона транспортироваться в кровотоке при участии глобулинов [18]. С другой стороны, в условиях экологического неблагополучия в организме снижается уровень общей резистентности как результат недостаточности эффектов гипоталамо-тиреоидной системы [16].

Таким образом, в природно-техногенной провинции, формируемой за счет разработки медно-цинково-колчеданных месторождений руды, длительность существования сельскохозяйственных животных в экологически неблагоприятных условиях определяет секреторную активность щитовидной железы и биологические свойства гормонов. В организме молочных телят концентрация cT_3 , cT_4 и cT_3/cT_4 снижается с возрастом на 50,74; 30,83 и 28,79% соответственно за счет переключения морфогенных эффектов гормонов на регуляторные. Аналогичная тенденция выявлена и у коров. Снижение уровня cT_3 и cT_4 на 66,24 и 38,17% происходит на фоне возрастания скорости периферического дейодирования на 45,45%. Белковый обмен в организме телят имеет преимущественно анаболическую направленность, о чем свидетельствует возрастное увеличение в крови концентрации общего белка (на 9,37%, $p \leq 0,05$), альбуминов (на 39,62%,

$p \leq 0,05$), АсАТ (на 30,00%, $p \leq 0,05$), АлАТ (в 2,02 раза, $p \leq 0,05$) на фоне снижения мочевины (на 33,59%, $p \leq 0,05$). В организме коров, наоборот, белковый обмен приобретает катаболическую направленность, так как в крови снижается уровень общего белка (на 7,43%, $p \leq 0,05$), глобулинов (на 21,62%, $p \leq 0,05$) на фоне возрастания концентрации мочевины (на 38,84%, $p \leq 0,05$), АсАТ (в 2,52 раза, $p \leq 0,05$), АлАТ (в 2,33 раза, $p \leq 0,05$) и уменьшения величины ОБ/мочевина на 33,35% ($p \leq 0,05$). Направленность белкового обмена обеспечивается за счет способности трийодтиронина регулировать в организме телят синтеза альбуминов, мочевины, АсАТ и АлАТ ($r(cT_3\text{-Alb}) = -0,80 \pm 0,25 - 0,97 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-Мочевина}) = 0,79 \pm 0,23 - 0,87 \pm 0,09$; $r(cT_3\text{-АсАТ}) = -0,84 \pm 0,20 - 0,88 \pm 0,18$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,79 \pm 0,17 - 0,97 \pm 0,08$); коров альбуминов, АлАТ и соотношения АсАТ/АлАТ ($r(cT_3\text{-Alb}) = 0,73 \pm 0,26 - 0,82 \pm 0,22$; $r(cT_3\text{-АлАТ}) = -0,85 \pm 0,21 - 0,96 \pm 0,10$; $r(cT_3\text{-АсАТ/АлАТ}) = -0,89 \pm 0,15 - 0,92 \pm 0,08$).

Список литературы

1. Осадчук Л. В., Вдовина Г. В., Смирнов П. Н. Возрастная динамика содержания гормонов в периферической крови у телок при разных технологиях выращивания // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 4. С. 56–60.
2. Ермолина Е. В. Морфологические изменения гипоталамо-гипофизарной аденокортикальной и иммунной систем крыс при комбинированном воздействии хрома и бензола // Морфология. 2011. № 5. С. 84–85.
3. Кубасов Р. В. Гормональные изменения в ответ на экстремальные факторы внешней среды // Вестник Российской академии медицинских наук. 2014. № 9–10. С. 102–109.
4. Попова Н. Ю., Дроздова Л. И. Морфологическая картина аутоиммунного тиреоидита с явлением системного идиопатического фиброза у лошади // Аграрный вестник Урала. 2018. № 11 (178). С. 48–51.
5. Еременко В. И., Стасенкова Ю. В. Содержание тироксина в крови лактирующих коров разных генетических линий // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: матер. Всерос. нац. науч.-практ. конф. Курск, 2020. С. 290–292.
6. Charmandari E., Tsigos C., Chrousos G. Endocrinology of the stress response // Annu. Rev. Physiol. 2005. Vol. 67. P. 259–284.

7. Рахимов И. Х., Дерхо М. А. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков семинтальской и черно-пестрой пород // Ученые записки КГАВМ. 2013. Т. 214. С. 336–341.

8. Рыбьянова Ж. С., Дерхо М. А. Сопряженность уровня тяжелых металлов с количеством лейкоцитов в организме коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 239. № 3. С. 198–204.

9. Дерхо М. А., Соцкий П. А., Концевая С. Ю. Регулирование адаптационных возможностей организма бычков лигфолом в условиях техногенной провинции // Ветеринария. 2013. № 2. С. 39–41.

10. Дерхо М. А., Трофимова Р. Г., Дерхо А. О. Оценка экологической безопасности почв в горнорудной зоне Челябинской области // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : сб. докл. XV Междунар. науч.-практ. конференции. Великие Луки, 2020. С. 9–13.

11. Кашапова Р. А. Адаптация организма в условиях химического загрязнения малой интенсивности // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. Режим доступа : <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19710> (дата обращения 29.09.2020).

12. Городецкая И. В. Роль йодсодержащих тиреоидных гормонов в формировании ответной реакции организма при хроническом стрессовом воздействии // Вестник ВГМУ. 2012. Т. 11. № 3. С. 28–33.

13. Дерхо М. А., Балабаев Б. К. Особенности липидного обмена и его тиреоидной регу-

ляции в организме коров казахской белоголовой породы в подсосный период // Научный Вестник ГОУ Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». 2020. № 8–1. С. 9–19.

14. Шамберев Ю. Н. Влияние гормональных и субстратных препаратов на рост, обмен веществ и адаптивные возможности животных // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2007. Вып. 4. С. 111–119.

15. Еременко В. И. Динамика тиреоидных гомонов в крови нетелей при разном соотношении концентрированных и гранулированных кормов в их рационе // Вестник Курской СХА. 2020. № 1. С. 82–85.

16. Федина Р. Г. Влияние экологически неблагоприятных районов Новосибирска на регуляцию и взаимодействие эндокринно-метаболических характеристик // Наука и социум : матер. X Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск : АНО ДПО «Сибирский институт практической психологии, педагогики и социальной работы, 2019. С. 86–89.

17. Афанасьева А. И., Сарычев В. А. Динамика показателей белкового обмена в крови лактирующих овцематок западносибирской мясной породы при применении препарата «Моноклавит-1» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 84–88.

18. Балтабекова А. Ж., Дерхо М. А. Метаболические эффекты тиреоидных гормонов в организме бычков казахской белоголовой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 100–103.

Рыбьянова Жанна Сергеевна, аспирант кафедры естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: khimieugavm@inbox.ru.

Дерхо Марина Аркадьевна, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

* * *

УДК 664.143.004.12

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ
НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПАСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Д. Г. Попова, И. Ю. Резниченко, А. Н. Табаторович

В статье представлены результаты анализа качества и показателей безопасности пастильных изделий различных торговых марок в процессе хранения, дана оценка факторам, сохраняющим качество товара, – маркировке и упаковке образцов. Приведены результаты исследований органолептических, физико-химических и микробиологических показателей качества, показаны изменения показателей качества и безопасности в зависимости от сроков хранения пастильных изделий, установлено соответствие показателям безопасности образцов при соблюдении режимов и условий хранения.

Ключевые слова: пастильная продукция, факторы сохранности, качество, безопасность, сроки хранения.

Изделия кондитерские пастильные относят к сахаристым изделиям пенообразной структуры, их отличительной особенностью является включение в рецептуру фруктового или овощного сырья, пектина или агар-агара (желатина) в качестве студнеобразователя, яичных белков в качестве пенообразователя, различных пищевых добавок для придания вкусового разнообразия. К пастильным изделиям относят пастилу и зефир, которые могут быть глазированным и неглазированными, с начинками, с добавлениями или без них. Низкая энергетическая и высокая пищевая, в том числе биологическая ценность по сравнению с другими сахаристыми кондитерскими изде-

лиями, привлекают внимание потребителей к данным сладостям.

Яблочное пюре – основной ингредиент пастильных изделий, который частично могут заменять на пектин, пектиновый концентрат и другие пищевые добавки, что не всегда положительно влияет на потребительские свойства [1]. Зефир, приготовленный на основе пектина в качестве студнеобразователя, является одной из распространенных разновидностей зефира. Пектин обладает доказанными функциональными свойствами: выводит токсины, тяжелые металлы из организма человека, улучшает микрофлору и перистальтику кишечника, способствует снижению холестерина [2].

Ассортимент пастильных изделий пополняется новыми видами и разновидностями. Исследование состава пищевых волокон растительного происхождения (яблоки сорта Антоновка, тыква сорта Мускатная, айва обыкновенная), полученных низкотемпературным высушиванием выжимок сока прямого отжима, показали, что они могут выступать как фитосорбенты тяжелых металлов и радионуклидов с разной степенью эффективности [3].

Обоснована возможность использования ягод калины, жимолости, клубники, черной смородины, клюквы для повышения антиоксидантных свойств пастилы. Антиоксидантная активность пастилы с добавлением ягодных продуктов превосходила контрольный образец практически вдвое. Сопоставление образцов пастилы с ягодными продуктами показало, что антиоксидантные свойства пастилы с соком калины были выше на 17%, чем пастилы со жмыхом черной смородины [4].

Исследовано влияние полимера белковой природы желатина на степень извлечения антоцианового пигмента, выделенного из жимолости и черной смородины. Разработаны рецептуры зефира с использованием водных растворов антоцианового пигмента жимолости и черной смородины. Показано, что добавление 6%-го раствора антоцианового пигмента жимолости и черной смородины позволяет получать зефир с высокими органолептическими показателями. При данном содержании антоцианового пигмента зефир приобретал интенсивный розовый цвет и приятный горьковато-сладкий вкус жимолости или кисло-сладкий смородиновый вкус [5].

Разработаны новые виды зефира с использованием фруктово-овощного сырья – пюре и пасты из топинамбура и концентрированного яблочного сока, в качестве студнеобразователей предложены агар и пектин. Разработанные изделия обладают высокой пищевой ценностью, содержат большое количество железа (2,3–2,5 мг/кг), кальция (0,53–0,64%), пищевых волокон (0,65–0,63 г/100 г), витамина С (0,9–2,1 мг/100 г) [6].

Представлены результаты исследований о применении «Йодказеина» в технологии производства пастилы. Разработаны рецептуры пастилы на агаре для различных половозрастных категорий населения. Пастила, обогащенная «Йодказеином», является продуктом, который

можно рекомендовать для профилактики йоддефицитных состояний [7].

Использование в составе натуральных фруктовых, ягодных или овощных добавок придает продуктам не только функциональную направленность, но и позволяет отнести их к продуктам здорового питания.

Исследования потребителей продуктов здорового питания установили тренд на здоровый образ жизни, который приводит к тому, что россияне хотят видеть на своем столе полезные для здоровья продукты питания, при этом отдают предпочтение продуктам без синтетических пищевых добавок, консервантов с низкими сроками хранения, продуктам функциональной направленности и на основе натурального сырья [8–10].

Сроки хранения в настоящее время устанавливает предприятие-изготовитель, ранее они были прописаны в соответствующих нормативных документах на продукцию. При установлении сроков хранения важным является соблюдение критериев безопасности на протяжении всего срока хранения. Перед производителем стоит сложная задача – преобразование «потребительского ожидания» в точно измеряемые научные параметры, поэтому необходимо знать все показатели качества, которые меняются в ходе хранения продукта. Ужесточение конкурентной борьбы за рынки сбыта, возрастающие запросы потребителей повышают приоритет вопросов качества и хранимоспособности пищевых продуктов [11].

Все вышеизложенное послужило постановке цели исследования.

Цель работы – исследование влияния сроков хранения на показатели качества и безопасности пастильных изделий.

В задачи исследования входили: анализ факторов, сохраняющих качество (упаковки, маркировки), исследование органолептических, физико-химических и микробиологических показателей.

Методы исследования

В качестве объектов исследований в работе использовались образцы зефира различных торговых марок, реализуемые ритейлом г. Кемерово. Характеристика образцов приведена в таблице 1.

При выполнении исследований использовали: информационную базу российских нор-



мативных и законодательных актов, требования нормативных документов. В работе применяли общепринятые методы исследований показателей качества и безопасности пастильных изделий согласно требований ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия». Определение органолептических показателей проводили по ГОСТ 5897. Вкус и запах, цвет, форму, состояние поверхности, консистенцию и структуру продукта определяют при температуре $(18 \pm 3)^\circ\text{C}$.

Определение массовой доли влаги – по ГОСТ 5900, массовой доли золы, не растворимой в растворе соляной кислоты, – по ГОСТ 5901, определение плотности – по ГОСТ 5902, массовой доли общей сернистой кислоты – по ГОСТ 26811. Определение микробиологических показателей – по ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 10444.15, ГОСТ 31747-2012.

При исследовании показателей качества в процессе хранения образцы хранили в оригинальной упаковке при соблюдении условий и режимов хранения.

Результаты исследования

Факторами, сохраняющими качество товара, являются упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. В исследованиях полагали, что условия транспортирования и хранения товара в торговой организации соблюдаются и не оказывают отрицательного влияния на качество готовой продукции. Материал упаковки и ее внешний вид оказывают влияние не только на потребительские предпочтения, но и непосредственное влияние на сроки хранения товара. Анализ упаковки образцов зефира установил, что:

– образец № 1 упакован в целлофановый пакет и подложку для зефира с внутренним размером 220×105 (мм) прозрачного цвета;

– образец № 2 упакован в целлофановый пакет и коррекс прямоугольной формы для зефира, с внутренним размером 240×70 (мм), прозрачного цвета, с двумя ячейками для каждого зефира;

– образец № 3 упакован в целлофановый пакет и коррекс прямоугольной формы, с внутренним размером 200×140 (мм), прозрачного цвета, с шестью ячейками;

– образец № 4 упакован в целлофановый пакет и коррекс прямоугольной формы, с внутренним размером 225×145 (мм), прозрачного цвета, с шестью ячейками;

– образец № 5 упакован в картонную коробку, целлофановый пакет и коррекс прямоугольной формы, с внутренним размером 260×175 (мм), темного цвета с десятью ячейками.

В результате анализа можно сделать вывод, что упаковка образцов чистая, неповрежденная, недеформированная и предназначена для пищевой продукции. Символы, нанесенные на маркировку упаковки, подтверждают, что она изготовлена из безопасного материала и подлежит переработке.

Маркировка относится не только к атрибутам конкурентоспособности товара и потребительским характеристикам, но и является фактором сохранности, т.к. именно на маркировке указываются сроки хранения, условия и режимы хранения товара для обеспечения его качества на протяжении установленных сроков хранения. Именно информация, указанная на маркировке товара, дает покупателю сведения о правилах обращения с ним, поэтому данная информация важна для потребителя [12–14].

При анализе маркировки в первую очередь обращали внимание на соответствие ее требованиям ТР ТС 022/2011, во-вторых, на информацию об условиях и сроках хранения образцов.

Таблица 1 – Характеристика образцов

№ п/п	Наименование образца	Производитель
1	Зефир в шоколаде	Россия, НСО, г. Бердск. ООО ПП «Шоколадная страна»
2	Зефир ванильный «Красная цена»	Россия, Ростовская область, г. Каменск-Шахтинский, ООО «Кондитер»
3	Шарлиз зефир бело-розовый	Россия, г. Москва, ООО «КФ Тореро»
4	Шарлиз зефир «С ароматом ванили» в шоколадной глазури	Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ООО «Новые технологии»
5	Lozentini зефир в темной глазури	Россия, г. Дмитров, ООО «Кондитерский комбинат «Сокол»

Известно, что сроки хранения зависят от состава продукции и вида упаковки. Выявили, что условия хранения указаны на маркировке всех образцов, но более полная информация об условиях хранения нанесена на этикетке образца № 3. Данные приведены в таблице 2.

Анализ показателей качества проводили с периодичностью раз в месяц, исходя из даты изготовления, указанной на маркировке товара.

Органолептические показатели качества оценивали с помощью 25-балльной шкалы, в которой каждый показатель максимально оценивался в 5 баллов. Определяли вкус и запах, цвет, консистенцию, структуру, форму и состояние поверхности. В случае оценки образца от 25 до 23 баллов ему присваивался уровень качества «отлично», 22–20 баллов – «хорошо», 19–17 – «удовлетворительно». Данные по изменению органолептических показателей во время хранения приведены в таблице 3.

Табличные данные свидетельствуют о том, что образцы на начальном этапе хранения от-

личались по показателям качества и имели различный уровень качества. «Отлично» оценили образцы № 1, 4, 5. На «хорошо» – образцы № 2, 3. Образец № 2 имел недостатки по форме и состоянию поверхности; образец № 3 – недостатки по вкусу и запаху. По истечении сроков хранения все образцы по органолептическим показателям качества имели в баллах более низкие значения. При этом образец № 2 отличался более грубой, сухой консистенцией, поверхность на боковых гранях характеризовалась затвердением, общая оценка «удовлетворительно». Оценку «отлично» не получил ни один из анализируемых образцов. Установлено у образцов с шоколадной глазурью частичное осветление глазури на нижней части зефира, более плотная консистенция, структура пористая, но недостаточно нежная; у образцов без глазури – более сухая консистенция, менее выраженные вкус и запах, структура недостаточно нежная и легкая. Цвет у всех образцов был равномерный, свойственный наименованию продукта.

Таблица 2 – Условия, сроки хранения и дата изготовления, вынесенные на маркировку образцов

№ п/п	Наименование образца	Сроки хранения, дата выработки	Условия хранения
1	Зефир в шоколаде	3 месяца, 19.03.2020	При температуре 18±3 °С, относительной влажности не более 75 %
2	Зефир ванильный «Красная цена»	4 месяца, 26.03.2020	При температуре 18±3 °С, относительной влажности не более 75 %. Не подвергать воздействию прямого солнечного света
3	Шарлиз зефир бело-розовый	6 месяцев, 19.02.2020	При температуре от 15 до 21 °С и относительной влажности воздуха не более 75%, в сухих, чистых, хорошо вентилируемых помещениях, не имеющих посторонних запахов. Не подвергать воздействию прямых солнечных лучей и резкому перепаду температур
4	Шарлиз Зефир «С ароматом ванили» в шоколадной глазури	3 месяца, 14.03.2020	При температуре 18±3 °С, относительной влажности не более 75 %
5	Lozentini зефир в темной глазури	4 месяца, 22.03.2020	При температуре 18±3 °С, относительной влажности не более 75 %. Не подвергать воздействию прямого солнечного света

Таблица 3 – Изменение органолептических показателей качества образцов во время хранения

Сроки хранения	Баллы						
	0	1	2	3	4	5	6
№ 1	23	22	22	20			
№ 2	20	19	18	18	17		
№ 3	22	21	20	20	20	19	19
№ 4	25	24	23	23			
№ 5	23	23	22	22	20		



Исследование физико-химических показателей проводили раз в месяц, за исключением показателей: массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты, и массовая доля общей сернистой кислоты, которые определяли единожды. Установлено, что массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, составляла для всех образцов не более 0,05%, что соответствует требованиям ГОСТ. Массовая доля общей сернистой кислоты не превышала для всех образцов 0,01%, что также соответствует требованиям нормативного документа (табл. 4).

Изменение массовой доли влаги проводили раз в месяц. Данные представлены на рисунке 1.

Данные рисунка свидетельствуют о том, что влажность во время хранения снижается незначительно, в среднем на 4%, и остается в пределах допустимых значений (не более 25%).

Характеристика плотности образцов в процессе хранения приведена в таблице 5.

Анализ табличных данных свидетельствует о соответствии плотности требованиям нормативного документа, у всех образцов плотность не превышала допустимого значения 0,6 г/см³.

Показатели микробиологической безопасности анализировали на момент окончания срока хранения образцов. Данные приведены в таблице 6.

Таблица 4 – Характеристика физико-химических показателей качества

Номер образца	Наименование показателя по ГОСТ/норма	
	Массовая доля золы, нерастворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %, не более 0,05	Массовая доля общей сернистой кислоты, %, не более 0,01
№ 1	0,020±0,001	0,047±0,001
№ 2	0,019±0,001	0,067±0,001
№ 3	0,021±0,001	0,069±0,001
№ 4	0,020±0,001	0,055±0,001
№ 5	0,018±0,001	0,048±0,001

Таблица 5 – Изменение плотности образцов зефира при хранении

Срок хранения, мес.	0	3	4	6
№ 1	0,54±0,05	0,58±0,05		
№ 2	0,53±0,05		0,59±0,05	
№ 3	0,53±0,05			0,57±0,05
№ 4	0,55±0,05	0,57±0,05		
№ 5	0,54±0,05		0,59±0,05	

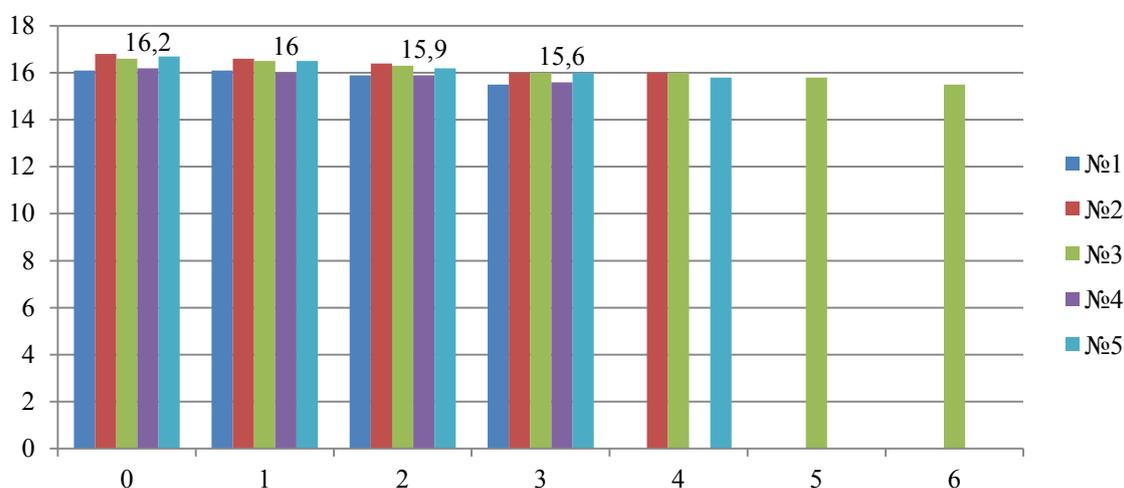


Рис. 1. Изменение массовой доли влаги в процессе хранения образцов

Таблица 6 – Характеристика микробиологических показателей

Показатели по ТР ТС 022/2011	Допустимые уровни	Фактическое значение				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	1×10 ³ – для неглазированных 5×10 ³ – для глазированных	3,5×10 ²	2,5×10 ²	2,5×10 ²	3,6×10 ²	3,2×10 ²
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта, г (см ³)	0,1	Не обнаружены				
Плесени, КОЕ/г, не более	100	Менее 10				
Дрожжи, КОЕ/г, не более	50	Менее 10				

Показано, что по показателям микробиологической безопасности все образцы соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Обсуждение

Результаты экспериментальных исследований показателей качества и безопасности зефира разных торговых марок в процессе хранения показали, что происходят незначительные изменения органолептических показателей. Изменяется структура и консистенция продукта, становятся менее выраженными вкус и запах, цвет и форма сохраняют первоначальные свойства. Физико-химические показатели качества также незначительно изменяются, но остаются в пределах допустимых значений. Микробиологические показатели соответствуют требованиям регламента.

Список литературы

1. Табаторович А. Н., Резниченко И. Ю. Особенности химического состава яблочного пюре как основа идентификации // *Техника и технология пищевых производств*. 2015. № 3(38). С. 153–159.
2. Школьникова М. Н., Аверьянова Е. В. Пектин как функциональный пищевой ингредиент в составе зефира // *Вестник Южно-Уральского университета*. Сер. : Пищевые и биотехнологии. 2017. Т. 5. № 1. С. 35–44.
3. Исследование состава пищевых волокон растительного происхождения / О. В. Перегончая [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2018. № 4 (51). С. 21–25.

4. Разработка продуктов с антиоксидантными свойствами на основе ягодного сырья / И. В. Калинина [и др.] // *Вестник Южно-Уральского университета*. Сер. : Пищевые и биотехнологии. 2018. Т. 6. № 3. С. 33–41.

5. Влияние желатина на степень выделения антоцианового пигмента жимолости и черной смородины / Н. Ю. Чеснокова [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. 2017. № 4 (47). С. 92–98.

6. Исследование структурообразования жележных масс на основе агара и пектина / Г. О. Магомедов [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. № 5. С. 29–32.

7. Табаторович А. Н., Резниченко И. Ю. Технология и оценка качества пастилы, обогащенной органическим йодом // *Техника и технология пищевых производств*. 2016. № 1 (40). С. 61–67.

8. Сандракова И. В., Резниченко И. Ю. Исследование потребителей продуктов здорового питания // *Практический маркетинг*. 2019. № 12 (274). С. 22–27.

9. The Development Trend of the Confectionery Market of the Russian Federation / N. Frolova [et al.] // *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Science and Social Development (ESSD 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.2991/essd-19.2019.85>.

10. Frolova N., Praskova Yu., Reznichenko I. Regional aspects of the international development of the confectionery industry for the border areas of the Far Eastern region // *Proceedings of the International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions: Economic, Social and Security Challenges (ICSDCBR 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.2991/icsdcbr-19.2019.19>.



11. Солдатов Е. А., Мистенева С. Ю., Савенкова Т. В. Условия и критерии обеспечения хранимоспособности кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2019. № 5. С. 82–85.

12. Влияние маркировки на конкурентоспособность товара / И. Ю. Резниченко [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2016. № 2 (37). С. 113–119.

13. Резниченко И. Ю., Тихонова О. Ю., Сельская И. Л. Правильная этикетка – залог

успешных продаж // Пищевая промышленность. 2019. № 7. С. 19–24.

14. Тихонова О. Ю., Резниченко И. Ю., Зоркина Н. Н. Исследование потребительских предпочтений в отношении маркировки пищевых продуктов и оценки ее качества // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36). С. 152–156.

Попова Дина Геннадьевна, канд. техн. наук, доцент кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

E-mail: dissovet0518@bk.ru.

Резниченко Ирина Юрьевна, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

E-mail: Irina.reznichenko@gmail.com.

Табаторович Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, Сибирский университет потребительской кооперации.

E-mail: lex.tab68@mail.ru.

* * *

УДК 637.146.34.004.12

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИМБИОТИЧЕСКОГО ЙОГУРТА С БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ОБЛЕПИХИ И ШИПОВНИКА

О. В. Табакаева, А. В. Табакаев, В. В. Мелькунов

Во всем мире наблюдается устойчивая тенденция производства и потребления продуктов функционального питания, большая часть среди них приходится на кисломолочные, ассортимент которых на мировом рынке достаточно разнообразен, но бифидогенные обогащенные молочные продукты встречаются нечасто. Исходя из этого, с целью расширения ассортимента продуктов функционального назначения и удовлетворения физиологических потребностей организма человека, были проведены органолептические исследования симбиотического кисломолочного продукта, обогащенного витамином В₁₂ с БАВ облепихи и шиповника. Результаты исследования продемонстрировали высокие потребительские качества разработанных рецептур обогащенного йогурта, что, несомненно, способствует дальнейшей разработке технологии симбиотического продукта на основе комбинации двух типов кисломолочного брожения с использованием сырья растительного происхождения в качестве источника ценных и эссенциальных биологически активных веществ.

Ключевые слова: сравнительный органолептический анализ, кисломолочный продукт, симбиотический йогурт, облепиха крушиновидная, пропионовокислое брожение, сахарозаменитель, шиповник, витамин С, консорциум молочнокислых микроорганизмов.

Здоровое питание сегодня становится осознанным выбором многих потребителей, особенно в развитых странах. Уже множество исследований посвящено влиянию на человеческий организм веществ, содержащихся в продуктах питания. Научный прогресс позволяет находить связь между биохимическими структурами, которые естественным образом встречаются в продуктах питания, и их положительным влиянием на здоровье. Но не только успешные научные исследования и развитие новых технологий пробуждают интерес к созданию новых функциональных продуктов питания. Увеличивающиеся затраты на медицинские услуги заставляют каждого человека проявлять

все большую заинтересованность в самостоятельном поддержании здоровья, в том числе и посредством включения в рацион продуктов, обогащенных полезными ингредиентами [1–3].

Молоко – один из самых ценных продуктов питания человека. По пищевой ценности оно может заменить любой продукт, но ни один из них не заменит молоко. Молочные продукты считаются хорошо сбалансированными с питательной точки зрения, поскольку для них характерен баланс белков, жира, углеводов, витаминов и минеральных солей [4].

В настоящее время на основе молока созданы эффективные пробиотические продукты, содержащие различные молочнокислые микро-



организмы с высокой биохимической активностью и устойчивые к неблагоприятным факторам среды.

Ассортимент кисломолочных продуктов на мировом рынке достаточно разнообразен, но бифидогенные обогащенные молочные продукты встречаются нечасто. Большой интерес представляет использование в производстве кисломолочных продуктов пробиотиков с целью восстановления полезной микрофлоры кишечника в комплексе с пребиотиками и натуральными ингредиентами растительного происхождения [5, 6].

Так как основной целью государственной политики в области технологий является переход к инновационному пути развития на основе избранных приоритетов, которые формулируются научным сообществом с учетом мировых тенденций развития науки, техники, технологий, при этом главный приоритет государственной политики – жизнь и здоровье нации, а также с целью расширения ассортимента продуктов функционального назначения и удовлетворения физиологических потребностей организма человека будет целесообразным проведение исследований по органолептической оценке качества симбиотического йогурта с соком облепихи на основе молочнокислого и пропионовокислого брожения [5].

Перспективным способом увеличения пробиотического потенциала кисломолочных продуктов является обогащение их пропионовокислыми бактериями. Вызывая сходные с бифидобактериями эффекты в отношении организма человека, пропионовокислые бактерии обладают высокой антимутагенной активностью, снижают генотоксическое действие некоторых химических веществ и ультрафиолетовых лучей, способны синтезировать большое количество витамина В₁₂. Эффективным методом применения биотехнологий в молочной промышленности является создание симбиотических биопродуктов, сочетающих в себе сложные компоненты направленного действия – пробиотики и пребиотики [6, 7].

Облепиха крушиновидная (облепиха) – ценный источник ряда важнейших биологически активных соединений, оказывающих положительное влияние на здоровье человека. Она обладает кардиопротекторной активностью и оказывает лечебный эффект на сердечно-сосудистую систему, в том числе снижая концентра-

цию холестерина и кровяное давление, а также обладает антиоксидантной активностью. Кроме того, облепиха обладает антибактериальными и противовирусными свойствами. Листья и плоды растения и его масла являются источниками многих биологически активных веществ, в том числе витаминов (А, С и Е), ненасыщенных жирных кислот, фенольных соединений, особенно флавоноидов и фитостеролов, наличие которых и определяет положительное воздействие на сердечно-сосудистую систему [8–12].

Поиск заменителей сахара, активно проводимый в настоящее время во всех странах, в значительной степени обусловлен необходимостью решения вопросов рационального питания людей. Известно, что чрезмерное употребление сахара может привести к тяжелейшим заболеваниям, связанным с нарушением углеводно-жирового обмена, таким как сахарный диабет, ожирение и атеросклероз. Поэтому продукты, которые содержат большое количество сахаров, становятся менее популярными для людей, выбирающих здоровое питание [6].

Одним из таких сахарозаменителей можно по праву считать плоды шиповника и сиропы на их основе. В плодах в больших концентрациях содержится аскорбиновая кислота (витамин С), которая обладает рядом уникальных полезных свойств, в том числе является природным антиоксидантом и детоксикантом, способным выводить из организма практически все известные вредные и токсичные соединения. Кроме того, согласно многочисленным исследованиям, сиропы из шиповника содержат в себе такие биологически активные вещества, как биофлавоноиды, алкалоиды, гликозиды и эфирные масла, благотворительно влияющие на общий статус здоровья человека [2].

Цель исследования заключалась в оценке органолептических качеств разработанного кисломолочного продукта, основанного на смешанном брожении молочнокислых и пропионовокислых бактерий с добавлением сока облепихи и сиропа шиповника в качестве источников биологически активных веществ (БАВ).

Объекты и методы исследований

На основе обзора научно-технической литературы решено использовать консорциум молочнокислых и пропионовокислых бактерий в соотношении 1:7 в качестве заквасочных культур при температуре сквашивания (40±2) °С.

Сок облепихи выступает как источник биологически активных веществ наряду с использованием сиропа шиповника в количестве не менее 15% от массы готового продукта [13].

Массовая доля вносимых наполнителей устанавливалась экспериментально по органолептическим показателям готового продукта. Массовая доля сиропа шиповника была посто-

Таблица 1 – Унифицированная шкала органолептической оценки обогащенного йогурта

Уровень качества, балл	Характеристика органолептических показателей качества				
	Консистенция	Внешний вид	Вкус	Запах	Цвет
1	2	3	4	5	6
5	Однородная, слабовязкая, в меру жидкая, сгусток плотный нарушенный	Поверхность неравномерная, по объему нет расслоения, наполнитель равномерно распределен по всему объему йогурта	Обусловленный вкусом облепихи, кисломолочный вкус не выражен, в меру сладкий	Выраженный, обусловленный ароматом облепихи, кисломолочный запах не выражен	Оранжевый равномерный по всей массе
4	Однородная, излишне вязкая	Поверхность неравномерная, видны частицы наполнителя, по объему нет расслоения	Обусловленный вкусом облепихи, сладкий, кисломолочный вкус слабо выражен	Выраженный, с преобладанием кисломолочного запаха	Светло-оранжевый, равномерный по всей массе
3	Однородная, с преимущественным отделением сыворотки, сгусток жидкий, изрезанный	Поверхность с небольшими неровностями, заметны крупные включения частиц наполнителя, без расслоения	Слабо выраженный вкус облепихи, сладкий, кисломолочный вкус слабо выражен	Слабый	Насыщенно оранжевый, неравномерный
2	Неоднородная, жидкая, текучая	Поверхность чрезмерно неравномерная, наполнитель в виде крупных частиц неравномерно распределен по объему, с расслоениями	Чрезмерно сладкий, вкус облепихи плохо выражен, кисломолочный вкус преобладает	Едва уловимый	Бледный, неравномерный
1	Неоднородная, расслоившаяся	Большое отделение сыворотки на поверхности, наполнитель не распределен по объему продукта	Невыраженный	Невыраженный	Нехарактерный

Таблица 2 – Дескрипторы органолептических показателей обогащенного йогурта

Органолептические показатели продукта	Дескрипторы
Вкус	Кисломолочный, сладкий, без посторонних привкусов, фруктовый (ягодный)
Цвет	Молочно-белый, однородный, обусловленный цветом внесенных компонентов, с вкраплениями нерастворимых частиц
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком, с ненарушенным сгустком, вязкая, плотная структура, густая, жидкая, желеобразная
Запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних запахов, фруктовый (ягодный), приятный, выраженный



янной – 15%. Массовая доля сока облепихи варьировалась от 10 до 25%.

Органолептическая оценка проводилась на основании унифицированной шкалы органолептической оценки обогащенного йогурта, представленной в таблице 1.

Для построения профилограмм, отражающих органолептические показатели обогащенного йогурта, разработаны дескрипторы, представленные в таблице 2.

Органолептическую оценку готовых продуктов проводили методом закрытых дегустаций на базе Департамента пищевых наук и тех-

нологий Школы биомедицины ДВФУ. Контролировали следующие показатели: вкус, запах, внешний вид и консистенцию, цвет, используя разработанные профили и дескрипторы, представленные в таблице 2.

Результаты и их обсуждение

Технология производства обогащенного йогурта реализуется в рамках традиционной технологии термостатным способом, но отличается способом внесения пищевого обогапителя и сиропа шиповника, в соответствии с рецептурами, представленными в таблице 3.

Таблица 3 – Рецептуры для производства обогащенного йогурта (из расчета на 0,18 кг готового продукта)

Наименование вносимого компонента	Концентрация вносимых компонентов, %			
	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3	Рецептура № 4
Молоко питьевое пастеризованное м. д. ж. 3,2%	71	66	61	56
Закваска «Йогурт VIVO»	0,5	0,5	0,5	0,5
Закваска «Пропионикс»	3,5	3,5	3,5	3,5
Сок из ягод облепихи	10	15	20	25
Сироп шиповника	15	15	15	15

Таблица 4 – Органолептические показатели опытных образцов кисломолочного продукта при внесении различных концентраций наполнителей

	Органолептические показатели йогурта		
	Вкус и запах	Консистенция и внешний вид	Цвет
1	2	3	4
Контроль – йогурт десертный с фруктовым наполнителем (ФН)	Чистый, кисломолочный, выраженный, вкус обусловлен внесенным ФН	Однородная, слабовязкая, сгусток плотный ненарушенный	Обусловлен внесенным ФН, равномерный по всей массе
Рецептура № 1	Обусловленный вкусом и ароматом облепихи, кисломолочный вкус и запах выраженный, чрезмерно сладкий привкус	Однородная, сгусток плотный нарушенный, в меру жидкая консистенция	Светло-оранжевый, неравномерный по всей массе, наблюдаются белые включения
Рецептура № 2	Обусловленный вкусом и ароматом облепихи, кисломолочный вкус и запах слабо выражен, чрезмерно сладкий привкус	Однородная, сгусток плотный нарушенный, в меру жидкая консистенция	Светло-оранжевый, равномерный по всей массе
Рецептура № 3	Обусловленный вкусом и ароматом облепихи, кисломолочный вкус и запах не выражен, в меру сладкий	Однородная, сгусток плотный нарушенный, в меру жидкая слабовязкая консистенция	Оранжевый, равномерный по всей массе
Рецептура № 4	Обусловленный вкусом и ароматом облепихи, кисломолочный вкус и запах не выражен, с излишним кислым привкусом	Однородная, сгусток плотный нарушенный, жидкая консистенция	Насыщенно оранжевый, равномерный по всей массе

Концентрация вносимых наполнителей устанавливалась экспериментально по органолептическим показателям и содержанию витамина С в готовом продукте.

Первоначально была дана общая качественная оценка органолептических показателей опытных образцов кисломолочного продукта при внесении различных наполнителей, результаты которой представлены в таблице 4.

На основе органолептического анализа опытных образцов йогурта был выбран продукт, соответствующий рецептуре № 3, так как он обладает оптимальными показателями вкуса, запаха и цвета. По данным таблицы 4 были построены профилограммы основных органолептических показателей качества исследуемого объекта в сравнении с йогуртом, полученным по традиционной технологии, представленные на рисунках 1, 2, 3, 4.

Диаграмма, представленная на рисунке 1, отражает сравнение опытного образца исследуемого продукта с контрольным объектом по по-

казателю консистенции и внешнего вида. Анализируя данные диаграммы, видно, что обогащенный продукт обладает однородной, в меру жидкой консистенцией и не обладает такой густотой, как контрольный образец.

Обогащенный йогурт характеризуется нарушенным сгустком, обусловленным особенностями разработанной технологии производства данного кисломолочного продукта, вследствие этого внешний вид более неравномерен, в отличие от контрольного образца, обладающего ненарушенным сгустком (термостатный способ приготовления), глянцевою поверхностью, но с видимыми расслоениями по объему, чего нет в разработанном йогурте.

Диаграмма, представленная на рисунке 2, отражает сравнение опытного образца йогурта с контролем по показателю вкуса. Обогащенный йогурт по сравнению с традиционным продуктом обладает более приятным сладким вкусом, в котором практически не ощущается кисломолочного привкуса.

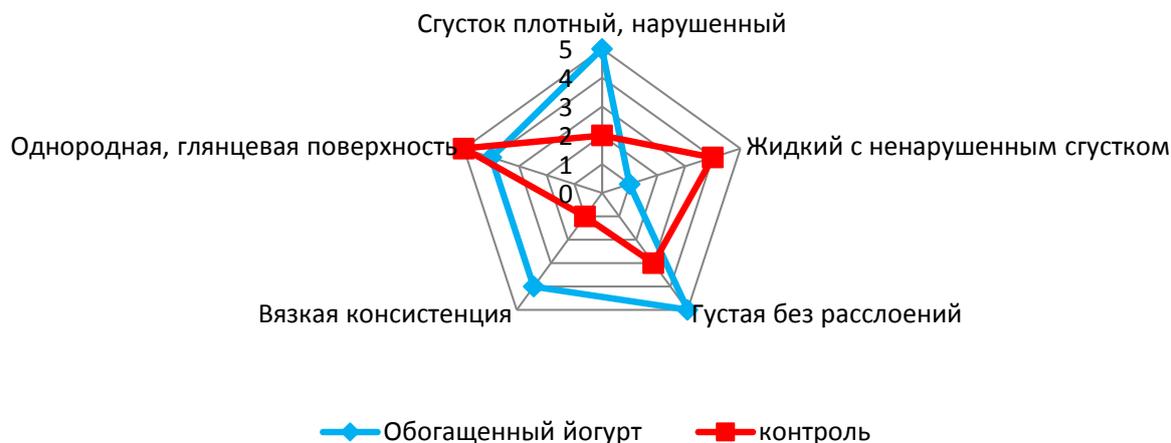


Рис. 1. Профилограмма консистенции и внешнего вида опытного образца йогурта в сравнении с контролем

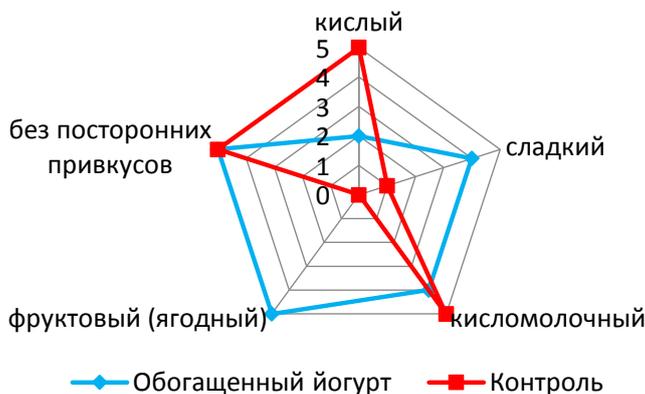


Рис. 2. Профилограмма вкуса опытного образца йогурта в сравнении с контролем



Диаграмма, представленная на рисунке 3, отражает сравнение опытного образца йогурта с контролем по запаху. Йогурт, полученный по традиционной технологии, обладает выраженным ароматом внесенного ФН. В то же время обогащенный йогурт характеризуется приятным фруктово-ягодным ароматом со слабо выраженным кисломолочным запахом.

Диаграмма, представленная на рисунке 4, отражает сравнение опытного образца йогурта с контролем по цвету. Цвет йогурта с соком облепихи ярко оранжевый, равномерный, без следов частиц используемых наполнителей, то есть составных частей ягод, чем не характеризуется контрольный образец йогурта, в котором обнаружено наличие дополнительных включений в виде агрегатов молочного белка.

В целом полученные данные органолептического сравнения разработанного йогурта с традиционным показывают положительные результаты проведенного экспериментального исследования. Обогащенный йогурт ни в чем не уступает по показателям качества таковым

у обыкновенных йогуртов с фруктовыми наполнителями, а по некоторым из них даже превосходит, что, безусловно, отражается на его внешней привлекательности для потребителя.

По результатам проведенных органолептических исследований йогурт, обогащенный соком облепихи на 20% от массы готового продукта и с 15% сиропа шиповника, будет использоваться для дальнейшего анализа.

Список литературы

1. Захарова Л. М. Тенденции использования пищевых и полифункциональных добавок в производстве молочных продуктов : монография. Кемерово, 2002. 160 с.
2. Исследование биохимических показателей плодов шиповника «майский» (*Rosa majalis*) для определения способа их переработки / Ф. Ф. Кокаева [и др.] // Новые технологии. 2018. № 1. С. 43–49.
3. Кунижев С. М., Шуваев В. А. Новые технологии в производстве молочных продуктов. М. : ДеЛи принт, 2004. 208 с.

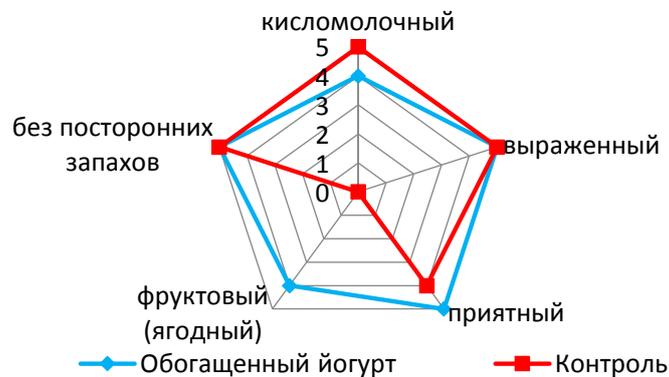


Рис. 3. Профилограмма запаха опытного образца йогурта в сравнении с контролем

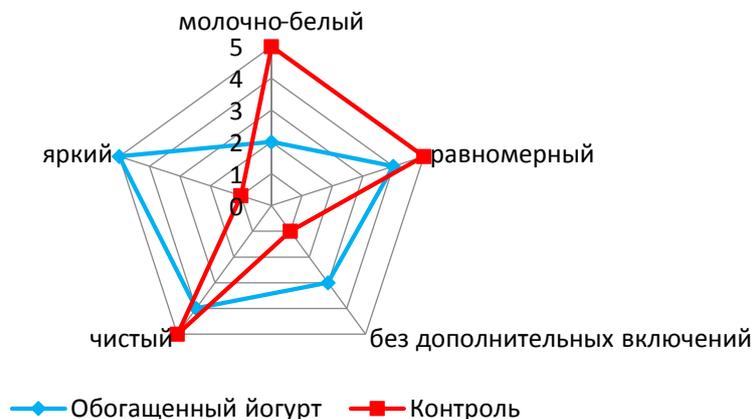


Рис. 4. Профилограмма цвета опытного образца йогурта в сравнении с контролем

4. Горбатов К. К., Гунькова П. И. Химия и физика молока и молочных продуктов. СПб. : ГИОРД, 2012. 336 с.
5. Хамагаева И. С., Качанина Л. М., Тумурова С. М. Биотехнология заквасок пропионовокислых бактерий. Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2006. 172 с.
6. Разработка молочных продуктов на основе сахарозаменителей / Е. А. Яковлева, А. И. Гнездилова, В. Б. Шевчук, Т. Ю. Шарова // Молочно-хозяйственный вестник. 2014. № 1 (13). С. 86–90.
7. Етепнева Т. В., Каменская Е. П. Исследование возможности использования консорциума пропионовокислых и молочнокислых бактерий в биотехнологии производства синбиотического кисломолочного продукта // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (Бийск, 22–24 мая 2013). Бийск : Изд-во Алтайского государственного технического университета, 2013. С. 410–413.
8. Шатнюк Л. Н., Михеева Г. А., Некрасова Т. Э. Витаминно-минеральные премиксы в технологиях продуктов здорового питания // Пищевая промышленность. 2014. № 6. С. 42–43.
9. Fatima, T. Metabolite profiling and expression analysis of flavonoid, vitamin C and tocopherol biosynthesis genes in the antioxidant-rich seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) / T. Fatima [et al.] // Phytochemistry. 2015. Vol. 118. P. 181–191.
10. Ishabashi N., Shimamura S. Bifidobacteria: research and development in Japan // Food Technology. 1993. V. 47. № 6. P. 15–17.
11. Olas B. Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases // Food and Chemical Toxicology. 2016. Vol. 97. P. 199–204.
12. Phytochemical composition and antibacterial activity of the essential oils from different parts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) / X-F. Yue, X. Shang, Z-J. Zhang, Y-N. Zhang // Journal of food and drug analysis. 2017. Vol. 25. P. 327–332.
13. Рожкова И. А. Исследование и разработка технологии кисломолочного продукта смешанного брожения для функционального питания : дис. ... канд. техн. наук. Омск, 2015. 148 с.

Табакаева Оксана Вацлавовна, д-р техн. наук, доцент, профессор Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины Дальневосточного федерального университета.

E-mail: yankovskaya68@mail.ru.

Табакаев Антон Вадимович, канд. техн. наук, ассистент Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины Дальневосточного федерального университета.

E-mail: yankovskaya68@mail.ru.

Мелькунов Валентин Владимирович, аспирант Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины Дальневосточного федерального университета.

E-mail: yankovskaya68@mail.ru.

* * *



AGRICULTURAL SCIENCES

Effect of high levels of chronic ultraviolet radiation on the growth and development of barley

L. I. Goncharova, P. N. Tsygvintsev, O. A. Guseva

The paper presents the results of vegetation experiments on the effect of chronic UV radiation (A and B ranges) on the barley plants (*Hordeum vulgare L.*) of the variety Zazersky 85 in order to study their resistance at maximum depletion of the ozone layer. The daily dose of UV-B irradiation (18 kJ/m²) causing the death of plants and its half dose (9 kJ/m²) was simulated. UV-A radiation doses were selected in proportion to UV-B radiation doses (72 and 36 kJ/m²), as well as their combination with depletion of ozone. For uniform irradiation of plants, an original installation was constructed. The control plants were separated from the irradiator by a polycarbonate partition. It was shown that under the action of both UV-A and UV-B irradiation, growth inhibition, a dose-dependent decrease in the level of pigments, a decrease in grain yield per plant was observed due to the decreased number of grains in ears and the mass of 1000 grains. UV-B radiation due to its high-energy photons had a greater negative effect on plants than UV-A radiation. The daily dose of UV-B irradiation of 18 kJ/m² was found to be lethal for barley.

Keywords: barley, chronic UV irradiation, growth, biochemical parameters, grain yield.

References

1. Solovchenko A. E., Mezlyak M. N. Ekranirovanie vidimogo i UF izlucheniya kak mexanizmy fotozashchity u rastenij // Fiziologiya rastenij. 2008. T. 55. № 6. S. 803–822.
2. Tertyshnaya Yu. V., Levina N. S. Vliyanie spektral'nogo sostava sveta na razvitie sel'skoxozyajstvennyx kul'tur // Sel'skoxozyajstvennye mashiny i texnologii. 2016. № 5. S. 24–29.
3. Terrestrial ecosystems increased solar radiation and interactions with other climatic factor / M. M. Caldwell [et al.] // Photochem. Photobiol. Sci. 2003. Vol. 2. P. 29–38.
4. Dejstvie ul'traioletovogo izlucheniya na rasteniya yachmenya / P. N. Cygvincev [i dr.] // Aktual'nye voprosy sel'skoxozyajstvennoj radiobiologii : tr. FGBNU VNIIRAE / pod red. prof. S. A. Geras'kina. Obninsk : FGBNU VNIIRAE. 2019. Vyp. 2. S. 57–75.
5. Flint S. D., Caldwell M. M. A biological weighting functions for ozone depletion research with higher plants // Physiol Plant. 2003. Vol. 117. P. 137–144.
6. Strzhizhovskii A. D. Plant Reaction To Elevated Ultraviolet Irradiation: Potential Impacts Of Stratospheric Ozone Depletion // Radiation biology. Radioecology. 1999. Vol. 39. № 6. P. 683–692.
7. Kravec E. A., Grodzinskij D. M., Gushha N. I Vliyanie UF-V oblucheniya na reproduktivnuyu funkciyu rastenij *Hordeum vulgares L.* // Citologiya i genetika 2008. T. 42. № 5. S. 9–15.
8. Shul'gin I. A., Tarasova L. L. Pervyj kriticheskij radiacionno-termicheskij period v ontogeneze yarovyx zlakov i ego adaptacionno-produkcionnaya rol' // Materialy Mezhdunar. konf. «Tendencii razvitiya agrofiziki v usloviyax izmenyayushhegosya klimata». SPb., 2012. S. 149–152.
9. Cygvincev P. N., Goncharova L. I., Kryukov A. E. Vliyanie predposevnogo UF oblucheniya na morfofiziologicheskie pokazateli prorostkov yachmenya // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. 2015. № 4. S. 42–44.
10. Zadoks, J., Chang T., Konzak C. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed research. 1974. Vol. 14. P. 415–421.
11. Dovnar V. S. K metodike izmereniya ploshhadi list'ev u zlakovyx kul'tur // Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. 1979. T. 14. № 2. S. 235–237.
12. Praktikum po fiziologii rastenij / pod red. N. N. Tret'yakova. M. : Agropromizdat, 1990. S. 130–133.
13. Heath R. L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Archives of Biochemistry and Biophysics. 1968. Vol. 125. № 1. P. 189–198.
14. Tevini M., Iwanzik W., Thoma U. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants // Planta. 1981. Vol. 153. P. 388–394.

15. Protective effect of UV-A radiation during acclimation of the photosynthetic apparatus to UV-B treatment / M. Štroch [et al.] // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2015. Vol. 96. P. 90–96.

16. Zipoly G. Effects of UV radiation on plants. Institute of Biometeorology. National Research Council of Italy. Lecture at the COST 726. Training School. Wien. October 10. 2008.

17. Zagoskina, N. V. Fenol'nye soedineniya i ix uchastie v zashhite rastenij ot stressovyx vozdeystvij. Fenol'nye soedineniya: funkcional'naya rol' v rasteniyax // *Sbornik nauch. st. po mater. X Mezhdunar. simpoziuma «Fenol'nye soedineniya: fundamental'nye i prikladnye aspekty»* (Moskva, 14–19 maya 2018 g.) / otv. red. N. V. Zagoskina. M. : IFR RAN, 2018. S. 150–153.

Goncharova Lyubov Ivanovna, senior researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology.

E-mail: goncharovali70@yandex.ru.

Tsygvintsev Pavel Nikolayevich, leading researcher, Acting Head of Laboratory, All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology.

E-mail: rirae70@gmail.com.

Guseva Oksana Aleksandrovna, junior researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology.

E-mail: rirae70@gmail.com.

Analyzing the humus content in the soils of the northern forest-steppe of Chelyabinsk Region

V. S. Zybalov, Yu. N. Denisov

The paper presents the analysis of the humus content in the main types of soils of Chelyabinsk Region. The reasons for dehumification of soils in the northern forest-steppe of the region are considered. The materials of researching the content of humus in soils are presented, with the farms in Etkul district being taken as an example. The humus balance is calculated for the regions of the northern forest-steppe. It is noted that as a result of a high anthropogenic load, insufficient application of organic fertilizers, violation of agricultural technologies, there is a decrease in humus in all soils, which leads to decreasing yield of agricultural crops, their weak resistance to resist technogenic processes. To increase the organic matter in soils, it is necessary not only to increase the application of organic fertilizers, but also to provide other sources of its input due to straw, sowing of perennial grasses, green manure and polycultures.

Keywords: humus, fertility, dehumification, degradation, soil.

References

1. Orlov D. S. *Gumusovye kisloty pochv*. M. : MGU, 1974. 215 s.
2. *Racional'noe ispol'zovanie zemel' sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya Chelyabinskoj oblasti : monografiya* / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. 265 s.
3. Ganzhara N. F. *Gumus, svojstva pochv i urozhaj* // *Zemledelie*. 1989. № 12. S. 23–27.
4. Denisov YU. N. *Sostoyanie plodorodiya pochv Chelyabinskoj oblasti* // *Agroximicheskij vestnik*. 2015. № 2. S. 2–5.
5. *Nauchnye osnovy monitoringa, oxrany i rekul'tivacii zemel'* / A. P. Kozachenko [i dr.]. Chelyabinsk, 2000. 247 s.
6. Zybalov V. S., Denisov Yu. N. *Soderzhanie gumusa o osnovnyx elementov mineral'nogo pitaniya v pochvax lesostepi Chelyabinskoj oblasti* // *Sovremennye tendencii texnologicheskogo razvitiya APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroinzhenerii*. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2019. S. 55–66.



7. Zybalov V. S., Kozachenko A. P. Vozможnosti ekologicheski orientirovannogo upravleniya vosproizvodstvom pochvennogo plodorodiya v Chelyabinskoj oblasti // Mezhdunarodnyj sel'skoxozyajstvennyj zhurnal. 2002. № 1. S. 35–40.

8. Kushnirenko Yu. D., Slepec O. F., Mersh V. V. Vliyanie prirodnyx i texnogennyx faktorov na gumusovoe sostoyanie chernozemnyx pochv Yuzhnogo Zaural'ya // Problemy regulirovaniya pochv i sovershenstvovanie sistem udobrenij v sovremennom zemledelii. Miass, 1997. S. 31–43.

9. Upravlenie plodorodiem pochv Chelyabinskoj oblasti : monografiya / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. 193 s.

10. Zybalov V. S., Denisov Yu. N. Balans pitatel'nyx veshhestv v pochvax Chelyabinskoj oblasti // Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ix resheniya : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroekologii. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 59–67.

Zybalov Vladimir Stepanovich, D. Sc. (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Department "Tillage, Seeding Machines and Agriculture", South Ural State Agrarian University.

E-mail: zybalov@mail.ru.

Denisov Yury Nikolayevich, Director, Center for Chemicalization and Agricultural Radiology "Chelyabinsky".

E-mail: aqrohim_74_1@mail.ru.

Estimating the salt composition of long-term irrigated leached chernozems in the northern forest-steppe of the Trans-Urals

A. A. Kalganov, E. Yu. Matveeva, A. N. Pokatilova

The cultivation of most agricultural crops is impossible without amelioration, especially irrigation, since an intense water regime is to be on almost all types of soils. Irrigation used for the purpose of intensifying agricultural production has a significant effect on the natural regime of moisture and salt transfer in soils, leads to unfavorable changes in the direction of soil formation processes, causing a decrease in soil fertility. For irrigation, water sources with a high degree of mineralization are most often used, which in turn can lead to the processes of salinization, alkalization and, as a consequence, the development of degradation processes. The studies were carried out on leached chernozems in the northern forest-steppe of Chelyabinsk Region under the conditions of prolonged irrigation. Soil samples were taken from the arable and subsurface horizons. To study the salt composition hydrocarbonates and chlorides were determined from anions, calcium and magnesium were obtained from cations. To determine the ion-salt regime the titrimetric method was used. The results of laboratory analyzes carried out in 2010 and 2018 revealed that long-term irrigation affects the ion-salt composition of leached chernozem, with an increase in the concentration of hydrocarbonate ions and chloride ions in 2018 compared to 2010 being observed. Long-term agricultural use of leached chernozems causes a decrease in the content of calcium cations and an increase in the content of magnesium in the soil-absorbing complex. Thus, in order to avoid alkalization processes, and subsequently degradation processes of this type of soil, it is necessary to monitor periodically the content of cations and anions in the soil-absorbing complex and control the salt regime.

Keywords: leached chernozem, cations, anions, salt regime, irrigation.

References

1. Sinyavskij I. V. Sostoyanie plodorodiya pochv i ekologicheskaya ustojchivost' agrolandshaftov Chelyabinskoj oblasti // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2015. № 1 (37). S. 2–7.

2. Pokatilova A. N. Vliyanie dlitel'nogo orosheniya na kislotno-osnovnuyu bufernost' chernozemnyx pochv severnoj lesostepi Chelyabinskoj oblasti // Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ix resheniya : sb. nauch. trudov. 2007. S. 128–132.

3. Matveeva E. Yu. *Xarakteristika paxotnogo, zalezhnogo i celinnogo chernozema vyshhelochennogo Chelyabinskoy oblasti : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / Tyumenskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya. Tyumen', 2009.*

4. Sinyavskij I. V. *Solevoj rezhim pochv lesostepnogo Zaural'ya // APK Rossii. 2016. T. 75. № 1. S. 186–194.*

5. Pokatilova A. N. *Vliyanie antropogennyx faktorov na kislотно-osnovnuyu bufernost' chernozemnyx pochv Yuzhnogo Zaural'ya // Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ix resheniya : sb. nauch. trudov. 2008. S. 214–221.*

6. Gluxix M. A., Kalganov A. A. *Dinamika plodorodiya pochv Zaural'ya // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2017. № 12 (212). S. 4–6.*

7. Mantorova G. F. *Teoreticheskie osnovy i prakticheskie priemy vosproizvodstva plodorodiya pochv lesostepnoj zony YUzhnogo Urala : dis. ... d-ra s.-x. nauk. Chelyabinsk, 2002.*

8. Kobyakova T. I., Ufimceva L. V. *Dinamika kislотности chernozemnyx pochv severnoj lesostepi Kurganskoy oblasti // Agroximicheskij vestnik. 2017. №5. S. 34–36.*

9. Gluxix M. A., Kalganov A. A., Kalganova T. S. *Dinamika emkosti kationnogo obmena pochv Zaural'ya // APK Rossii. 2016. T. 23. № 5. S. 909–917.*

10. Pilipenko V. N., YAKovleva L. V., Fedotova A. V. *Sovremennoe sostoyanie zasolennyx pochv del'ty Volgi // Fundamental'nye issledovaniya. 2005. № 8. S. 58–60. Rezhim dostupa : <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=6459> (data obrashheniya: 07.02.2019).*

11. Sinyavskij I. V. *Zavisimost' urozhajnosti sel'skoxozyajstvennyx kul'tur i agroximicheskix svoystv chernozema vyshhelochennogo ot balansa azota, fosfora i kaliya v agrocenoze // CHelyabinskomu gosudarstvennomu agroinzhenernomu universitetu – 70 let : tez. dokl. na XL nauch.-texn. konferencii. 2001. S. 395–396.* Kiryushin V. I. *Agroecological classification of lands as a basis for development of agricultural systems // Eurasian Soil Science. 1997. Vol. 30. № 1. P. 67–73.*

12. Bruggenwert M. G. M., Bolt G. N., Hiemstra T. *Acid-Base System in soil. // Trans. 13 Cong. Int. Soc. Soil. Sci. Hamburg, Aug., 1986, Hamburg, 1987. V. 5. P. 51–58.*

13. Savich V. I. *Agronomic evaluation of the redox status of soils // Eurasian Soil Science. 2004. Vol. 37. № 6. P. 608–617.*

Kalganov Anton Alexandrovich, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Agrotechnologies and Ecology, Institute of Agroecology, South Ural State Agrarian University.

E-mail: kalg@mail.ru.

Pokatilova Anna Nikolayevna, Cand. Sc. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrotechnologies and Ecology, Institute of Agroecology, South Ural State Agrarian University.

E-mail: Pokatilova.Ann2013@yandex.ru.

Matveeva Ekaterina Yuryevna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Agrotechnologies and Ecology, Institute of Agroecology, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ematveeva82@mail.ru.

Ecological features of spring soft wheat breeding in the South Urals for resistance to stress factors

V. A. Tyunin, E. R. Shreider, I. Yu. Kushnirenko, N. P. Bondarenko, E. I. Gulyaeva

The cultivation of spring soft wheat in the South Urals has its own ecological characteristics, consisting in high dependence of yields on stress factors, the main of which often being unfavorable hydrothermal conditions, infectious plant diseases. For the breeders of Chelyabinsk Research Institute of Agriculture, the priority task was to create varieties with complex field resistance to biotic and abiotic stresses while maintaining the level of potential yield achieved at the present stage. Theoretically substantiated and confirmed with practical selection the possibility of combining in one phenotype tolerance to drought and excessive moisture due to the moderate severity of these traits and imparting resistance to carbohydrate-protein seed depletion, lodging, and types of seed rust. Based on the monitoring of the South



Ural populations *Puccinia triticina* Erikss, new effective donors of resistance carrying the genes *LrSp*, *LrAsp 5*, *Lr 24* were identified. A series of cultivars (Chelyaba 75, Odintsovskaya, Ilmenskaya 2) was created, their genomes having a previously unused gene *LrSp* for resistance to brown rust introduced from *Aegilops speltoides*. The combination of genes *Lr9 + Lr26 + Lr10* provides reliable protection against rust of the new commercial variety Silach. New varieties are also resistant to stem rust, carbohydrate-protein seed depletion, lodging, and are tolerant to extreme hydrological conditions.

Keywords: wheat, cultivar, brown rust, *Lr*-genes, stress, resistance, drought, excessive moisture.

References

1. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skoxozyajstvennyx kul'tur. M., 1989. 194 s.
2. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat: *Puccinia triticina* Erikss // *Phytopathology*. 1926. № 16. R. 89–120.
3. Peterson R. F., Cambell A. B., Hannah A. E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // *Can. J. Res.* 1948. № 26. R. 496–500.
4. Kojshibaev M., Shamanin V. P., Morgunov A. I. Skrining pshenicy na ustojchivost' k osnovnym bolezniam : metod. ukazaniya. Ankara, 2014. 64 s.
5. Tyunin V. A., Shrejder E. R. Osobennosti texnologii selekcii myagkoj yarovoj pshenicy na ustojchivost' k uglevodno-belkovomu istoshheniyu semyan i drugim stressam v usloviyax Yuzhnogo Urala. Chelyabinsk : GNU Chelyabinskij nauch.-issled. in-t sel'skogo xoz-va, 2010. 119 c.
6. Tyunin V. A., Shrejder E. R. Sozdanie sortov myagkoj yarovoj pshenicy dlya ural'skogo regiona s povyshennoj ustojchivost'yu k sovokupnosti limitiruyushhix faktorov // *Selekciya yarovoj pshenicy v Ural'skom Federal'nom Okruge (k 110-letiyu selekcionera Aleksandra Vasil'evicha Vorob'eva)*. Ekaterinburg, 2015. S. 58–78.
7. Tyunin V. A. Razvitie selekcii myagkoj yarovoj pshenicy // *Zemledelie*. 2004. № 5. S. 5–6.
8. Shrejder E. R. Selekciya myagkoj yarovoj pshenicy na ustojchivost' k buroj rzhavchine i urozhajnost' v usloviyax Yuzhnogo Urala : avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk. Omsk, 2006. 16 s.
9. Monitoring virulentnosti i fenotipicheskogo sostava populyacii *Puccinia triticina* na Yuzhnom Urale v 2018 godu / E. I. Gul'tyaeva, E. R. Shrejder, E. L. Shajdayuk, N. P. Bondarenko // *Vestnik zashchity rastenij*. 2019. № 2 (100). S. 28–33. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-28-33.
10. Karakteristika virulentnosti populyacij *Puccinia triticina* i perspektiva ispol'zovaniya genov *Lr 24*, *Lr 25*, *LrSp* v selekcii yarovoj myagkoj pshenicy na Yuzhnom Urale / V. A. Tyunin, E. R. Shrejder, E. I. Gul'tyaeva, E. L. Shajdayuk // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2017. № 21 (5). S. 523–529. DOI 10/18699/VJ17.269.

Tyunin Vladimir Aleksandrovich, D. Sc. (Agriculture), chief researcher, the Laboratory of Spring Wheat Breeding, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Shreider Ekaterina Robertovna, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Laboratory of Spring Wheat Breeding, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Kushnirenko Igor Yuryevich, Cand. Sc. (Biology), leading researcher, the Laboratory of Spring Wheat Breeding, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Bondarenko Nadezhda Petrovna, Cand. Sc. (Agriculture), leading researcher, the Laboratory of Spring Wheat Breeding, Chelyabinsk Research Institute of Agriculture.

E-mail: chniisx2@mail.ru.

Gulyaeva Elena Ivanovna, D. Sc. (Biology), the Laboratory of Mycology and Phytopathology, FGBNU "VNIIZR".

E-mail: vizr.spb@tu.

TECHNICAL SCIENCES

Phytomonitoring in the conditions of urbanized agricultural production

E. M. Basarygina, V. V. Deev, S. V. Cherepukhina

The aim of the work was to improve the physical method of phytomonitoring based on the assessment of the photoabsorbing system of plants. As a result of theoretical and experimental studies, the antioxidant status of plants in the conditions of urbanized agricultural production was proposed to determine to characterize the content of physiologically active substances and to contribute to the identification of stress factors.

Keywords: phytomonitoring, physical method, urbanized agricultural production, photoabsorbing system of plants, antioxidant status.

References

1. Ovoshhevodstvo zashhishhennogo grunta / A. A. Autko [i dr.]. Mn. : VEVER, 2006. 320 s.
2. Korol' V. G. Agrobiologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti proizvodstva ovoshhej v zimnix teplicax : avtoref. dis. ... d-ra s.-x. nauk. M., 2011. 42 s.
3. Da-Wen Sun. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation. [S.L.] : Academic Press. Elsevier, 2016. 658 r. DOI <https://doi.org/10.1016/C2014-0-01718-2>.
4. Spravochnik po tovarovedeniyu prodovol'stvennyx tovarov / T. G. Rodina [i dr.] ; pod red. T. G. Rodinoj. M. : KolosS, 2013. 608 s.
5. Lubbe A., Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials // Ind. Crops Prod. 2011. V. 34. P. 785–801.
6. Funkcional'nye produkty pitaniya / R. A. Zajnullin [i dr.]. M. : KNORUS, 2012. 304 s.
7. Abdullin V. F., Chernysheva N. N., Turova E. N. Ekspressnaya ocenka antioksidantnoj aktivnosti rastitel'nogo syr'ya // Syr'e i upakovka. 2002. № 9 (28). S. 24–26.
8. Ekologizirovannaya zashhita rastenij v ovoshhevodstve, sadovodstve i vinogradarstve : v 2-x knigax / D. Shpaar [i dr.] ; pod obshh. red. d-ra s.-x. nauk, prof., inostrannogo chlena RASXN D. Shpaara. SPb. : Innovacionnyj centr zashhity rastenij, 2005. 846 s.
9. Basarygina E. M., Shershnev A. V., Gorshkova E. O. Sovershenstvovanie sistem instrumental'nogo fitomonitoringa // APK Rossii. 2019. T. 26. № 5. S. 796–800.
10. Basarygina E. M., Licinger O. G., Putilova T. A. Izmeritel'naya sistema fitomonitoringa // APK Rossii. 2017. T. 24. № 5. S. 1141–1146.
11. Basarygina E. M., Gorshkova E. O., Putilova T. A. Fotonika v rastenievodstve zakrytogo grunta // Mexanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo xozyajstva. 2016. № 9. S. 21–25.
12. Koldaev V. M. Spektry pogloshheniya ekstraktov iz zelenyx list'ev rastenij raznyx zhiznennyx form // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyx i fundamental'nyx issledovanij. 2018. № 5–1. S. 170–174.
13. Bekker Yu. Spektroskopiya / per. s nem. P. N. Kazancevoj ; pod red. A. A. Pupysheva, M. V. Pol'yavskoj. M. : Texnosfera, 2009. 528 s.
14. Shmidt V. Opticheskaya spektroskopiya dlya ximikov i biologov / per. s angl. N. P. Ivanovskoj ; pod red. S. V. Saviлова. M. : Texnosfera, 2007. 368 s.
15. Medvedev S. S. Fiziologiya rastenij. SPb. : BXV-Peterburg, 2013. 512 s.
16. Metody issledovanij i organizaciya eksperimentov / pod red. prof. K. P. Vlasova, izd. 2-e, pererab. i dop. X. : Gumanitarnyj centr, 2013. 412 s.
17. Dospexov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M. : ID Al'yans, 2011. 352 s.

Basarygina Elena Mikhailovna, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department “Mathematical and Natural Sciences”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: b_e_m@mail.ru.



Deev Vitaly Vyacheslavovich, Executive Director, OOO “Neftekhimavtomatika-SPb”.
E-mail: sales@nha-spb.ru.

Cherepukhina Svetlana Vasilyevna, Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Rector, South Ural State Agrarian University.
E-mail: rktr@sursau.ru.

Increasing the bearing capacity of vertical steel tanks of agricultural facilities by rational designing and performing of welded T-joint connections

V. V. Erofeev, A. G. Ignatiev, N. I. Oleinik, R. G. Sharafiev, R. A. Gilmanshin

T-joint connections are the most loaded elements of steel tanks during operation. This paper proposes a new approach to increasing the bearing capacity of welded vertical cylindrical tanks by improving the structural and technological design and manufacture of joints. In accordance with this approach, it is proposed to perform T-joints with unequal weld seams. For various arc welding methods (manual, mechanized, automatic), design ratios are proposed to make possible the calculations of the optimal structural and geometric parameters of T-joints (dimensions of legs, penetration depth, etc.) and technological parameters of welding (inclination of electrodes, their displacement relative to the top of the straight corner at the base of the weld), providing the maximum bearing capacity of the joints while maintaining the volume of the deposited metal in the process of manufacturing metal structures.

Keywords: vertical cylindrical tank, connection, T-joint, unequal weld seam.

References

1. Safaryan M. K. Metallicheskie rezervuary i gazgol'dery. M. : Nedra, 1987. 200 s.
2. Erofeev V. V., Kovalenko V. V. Povyshenie rabotosposobnosti svarnyx soedinenij vertikal'nyx stal'nyx rezervuarov. Chelyabinsk, 2014. 250 s.
3. Avarii rezervuarov i sposoby ix preduprezhdeniya / V. B. Galeev [i dr.]. Ufa : GUP «Ufimskij poligrafkombinat», 2004. 164 s.
4. Belyaev B. I., Kornienko V. I. Prichiny avarij stal'nyx konstrukcij i sposoby ix ustraneniya. M. : Strojizdat, 1968. 205 s.
5. GOST 31385-2016. Rezervuary vertikal'nye cilindricheskie stal'nye dlya nefi i nefteproduktov. Obshhie texnicheskie usloviya (s Popravkami). M. : Standartinform, 2016.
6. SNiP-II-23-81*. Stal'nye konstrukcii (s Izmeneniyami, s Popravkoj). M. : CITP, 1990.
7. STO-SA 03-002-2009. Pravila proektirovaniya, izgotovleniya i montazha vertikal'nyx cilindricheskix stal'nyx rezervuarov dlya nefi i nefteproduktov. M., 2009.
8. Issledovanie konstruktivnyx elementov utornogo shva rezervuarov / A. A. Skornyakov [i dr.] // Neftegazovoe delo. 2014. T. 12. № 4. S. 157–161.
9. Nikolaev G. A., Vinokurov V. A. Svarnye konstrukcii. Raschet i proektirovanie : uchebnik dlya vuzov. M. : Vyssh. shk., 1990. 446 s.
10. O vozmozhnosti umen'sheniya secheniya uglovyx shvov / A. E. Asnis [i dr.] // Avtomaticheskaya svarka. 1969. № 5. S. 74.
11. Baryshev V. M., Novikov Yu. A. Sokrashhenie ob'ema naplavlennogo metalla v raschetnyx uglovyx shvax stal'nyx konstrukcij // Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve. 1980. № 8. S. 20–21.
12. O vozmozhnosti umen'sheniya razmerov katetov v svarnyx soedineniyax s uglovymi shvami / O. A. Bakshi [i dr.] // Progressivnaya texnologiya svarki i rezki metallov. Irkutsk, 1979. S. 4–14.
13. Kogut N. S., Shaxmatov M. V., Erofeev V. V. Nesushhaya sposobnost' svarnyx soedinenij. L'vov : Svit, 1991. 184 s.

14. Reshenie voprosov resursoberezheniya na stadii konstruktivno-texnologicheskogo proektirovaniya svarnyx soedinenij s uglovymi shvami / V. V. Erofeev, R. G. Sharafiev A. G. Ignat'ev, L. V. Makarov // Pervye mezhdunarodnye Kosyginskie chteniya. 2017. M. : RGU, 2017. T. 1. S. 54–58.

15. Svarka. Rezka. Kontrol' : spravochnik / N. P. Aleshin [i dr.]. M. : Mashinostroenie, 2004. 480 s.

Erofeev Valery Vladimirovich, D. Sc. (Engineering), Professor, Ufa State Petroleum Technical University, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ervv52@mail.ru.

Ignatiev Andrey Gennadyevich, D. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State University (NRU).

E-mail: ignat74@bk.ru.

Oleinik Nadezhda Ivanovna, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: oleynik1010@mail.ru.

Sharafiev Robert Garafievich, D. Sc. (Engineering), Professor, Ufa State Petroleum Technical University.

E-mail: sharafiev47@mail.ru.

Gilmanshin Rustem Albertovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, Ufa State Petroleum Technical University.

E-mail: : sharafiev47@mail.ru.

Justifying the design scheme and parameters of the universal sowing unit

R. S. Rakhimov, I. R. Rakhimov, E. O. Fetisov

An analysis of the existing designs of shares and sowing units used for domestic and foreign seeders and sowing complexes showed that they are intended for sowing seeds of grain and forage crops only in one way and with one share type in accordance with their purpose for performing some specific cultivation technology for agricultural crops. To expand technological capabilities, it became necessary to develop a universal sowing unit with replaceable disc, anchor, keel, paw and T-shaped shares for sowing various crops. To justify the design scheme and parameters of the universal sowing unit, a kinematic model of the seeding unit and a kinematic model of the seeding complex when driving over uneven land surface relief were compiled to determine the vibrations of the attachment points of the seeding unit to the frame and the vibrations of the share depending on the characteristics (the unevenness wavelength and height irregularities) of the field relief. Due to the calculations performed according to the kinematic model of the sowing unit, a rational distance between the support and press wheels was established equal to 0.9 m to ensure the compliance with the agrotechnical requirements for the stability of the share motion along the sowing depth of 0.33-0.58 cm, with 0.70-1.0 cm being allowable when sowing various grain, industrial and forage crops.

Keywords: technology, soil and climatic conditions, sowing unit, replaceable share, support and press wheels, four-link mechanism, sowing depth, agrotechnical requirements.

References

1. Kozachenko A. P. Sostoyanie, pochvenno-ekologicheskaya ocenka i processy rehabilitacii i ispol'zovaniya zemel' sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya Chelyabinskoj oblasti na osnove adaptivno-landshaftnoj sistemy zemledeliya : monografiya. Chelyabinsk, 2004. 380 s.



2. Mal'cev T. S. Sistema bezotval'nogo zemledeliya. M. : Agropromizdat, 1988. 126 s.
3. Pochvozashhitnoe zemledelie / pod obshh. red. A. I. Baraeva. M. : Kolos, 1975. 304 s.
4. Racional'noe ispol'zovanie zemel' sel'skoxozyajstvennogo naznacheniya CHelyabinskoj oblasti : monografiya / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk, 2016. 266 s.
5. Upravlenie plodorodiem pochv Chelyabinskoj oblasti : monografiya / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk, 2018. 193 s.
6. Na puti k «suxomu zemledeliyu». Rezhim dostupa : <https://regnum.ru/news/economy/2252095.html>.
7. Seyalka Rogro. Rezhim dostupa : <http://zhanakhay.com/newtech/porgo.html>.
8. Pat. 192232 RF, MPK A01S7/00. Posevnaya sekciya dlya seyalok s mexanicheskim ili pnevmaticheskim vysevom semyan / R. S. Raximov [i dr.] ; zayavl. 10.04.2019 ; opubl. 09.09.2019, Byul. № 25.
9. Pat. 197076 RF, MPK A01K7/00. Posevnaya sekciya dlya poseva sel'skoxozyajstvennyx kul'tur / R. S. Raximov [i dr.] ; zayavl. 09.01.2020 ; opubl. 27.03.2020, Byul. № 9.
10. Pat. 193943 RF, MPK A01S7/00; A01V 49/06. SHirokozaxvatnyj kombinirovannyj agregat dlya poseva sel'skoxozyajstvennyx kul'tur / R. S. Raximov [i dr.] ; zayavl. 27.07.2019 ; opubl. 21.11.2019, Byul. № 33.
11. Raximov R. S. Issledovanie ustojchivosti xoda polunavesnyx plugov po glubine vspashki : dis. ... kand. texn. nauk. Chelyabinsk, 1971. 197 s.
12. Raximov R. S. Povyshenie effektivnosti texnologicheskogo processa raboty protiverozionnyx pochvoobrabatyvayushhix mashin : dis. ... d-ra texn. nauk. Chelyabinsk, 1990. 434 s.

Rakhimov Rais Saitgaleevich, D. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State Agrarian University.
E-mail: ildarr@bk.ru.

Rakhimov Ildar Raisovich, Cand. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State Agrarian University.
E-mail: ildarr@bk.ru.

Fetisov Evgeny Olegovich, postgraduate student, South Ural State Agrarian University.
E-mail: dgon_ice@mail.ru.

Determining the forces acting on the universal sowing unit

R. S. Rakhimov, I. R. Rakhimov, E. O. Fetisov

The design, parameters and type of the share of the universal sowing unit have a major influence on its traction resistance and forces acting on its elements. The work of the sowing unit and its use to meet the agrotechnical requirements is influenced by its gravity and its parameters. When the depth of the share motion and soil properties change, the power load of the sowing unit also changes, and in order to comply with the agrotechnical requirements for sowing, it becomes necessary to install additional springs or pressure cylinders. In this work, a design scheme is drawn up, statics equations are obtained to determine the pressing forces of the shares to maintain them in a certain position, for anchor, disc and paw shares. For various working conditions and motion depths of various types of shares, the necessary values of the pressing force are obtained to meet the agrotechnical requirements for sowing agricultural crops.

Keywords: sowing unit, removable shares, support and press wheels, forces, springs, compression, working conditions, allowable values of forces.

References

1. Pat. 192232 RF, MPK A01S7/00. Posevnaya sekciya dlya seyalok s mexanicheskim ili pnevmaticheskim vysevom semyan / R. S. Raximov [i dr.] ; zayavl. 10.04.2019 ; opubl. 09.09.2019, Byul. № 25.
2. Pat. 197076 RF, MPK A01K7/00. Posevnaya sekciya dlya poseva sel'skoxozyajstvennyx kul'tur / R. S. Raximov [i dr.] ; zayavl. 09.01.2020 ; opubl. 27.03.2020, Byul. № 9.

3. Raximov R. S., Raximov I. R., Fetisov E. O. Obosnovanie konstruktivnoj sxemy i parametrov universal'noj posevnoj sekcii // *АПК России. 2020. Т. 27. № 5. С. 785–796.*

4. Sineokov G. N., Panov I. M. *Teoriya i raschet pochvoobrabatyvayushhix mashin.* M. : Mashinostroenie, 1977. 328 s.

5. Goryachkin V. P. *Sobranie sochinenij : v 3 t.* M. : Kolos, 1965. T. 1, 2.

6. Strizhov V. A. *Vvedenie v osnovy proektirovaniya mashin dlya poseva i posadki.* Chelyabinsk, 2007. 111 s.

7. *Pochvoobrabatyvayushhie i posevnye mashiny : kurs lekcij / V. V. Blednyx [i dr.].* Chelyabinsk : CHGAU, 2004. 236 s.

Rakhimov Rais Saitgaleevich, D. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State Agrarian University.
E-mail: ildarr@bk.ru.

Rakhimov Ildar Raisovich, Cand. Sc. (Engineering), Professor, South Ural State Agrarian University.
E-mail: ildarr@bk.ru.

Fetisov Evgeny Olegovich, postgraduate student, South Ural State Agrarian University.
E-mail: dgon_ice@mail.ru.

Improving the reliability of electromagnetic systems

V. I. Charykov, V. A. Novikova, A. A. Evdokimov, A. N. Zlydnev

The article discusses the issues of increasing the dielectric strength of the insulation of electromagnetic systems. If the coating enamel modified by the inhibitor and the enamel of the winding wire in the form of a capacitor with a combined dielectric are considered, then the tangent of the dielectric loss angle of a polymer dielectric consisting of two components – a polymer and an inhibitor, is less than the tangent of the dielectric loss angle of a polymer dielectric and moisture. As a result, the moisture resistance of the insulation of electromagnetic systems increases.

Keywords: dielectric, inhibitor, electrical strength, coil insulation, capacitor, dielectric loss tangent.

References

1. *Izolyaciya elektricheskix mashin / pod red. Yu. V. Bagalej.* M. : VNIIEEM, 2011. 143 c.

2. *Fizika dielektrikov : ucheb. posobie / G. A. Vorob'ev, Yu. P. Poxolkov, YU. D. Korolev, V. I. Merkulov.* Tomsk : Izd-vo TPU, 2003. 244 s.

3. Charykov V. I., Pyastolov A. A. Vliyanie ingibitorov na vlagostojkost' izolyacii elektrodvigatелеj // *Texnika v sel'skom xozyajstve.* 1980. № 7. S. 40–41.

4. Charykov V. I. Puti povysheniya nadezhnosti oborudovaniya zhivotnovodcheskix ferm pri pomoshhi modificirovannoj pokrovnoj emali // *Materialy nauch.-texn. konf. molodyx uchenyx Zaural'ya.* Kurgan : KSXI, 1982. S. 29–30.

5. Kvintessenciya raboty koncentratora magnitnogo polya v ustanovke UMS-4M / V. I. Charykov, A. A. Evdokimov, V. A. Novikova, L. A. Saplin // *АПК России. 2020. № 1. С. 155–158.*

Charykov Victor Ivanovich, D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department of Electrification and Automation of Agriculture, Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev.
E-mail: viktor52-chimesh@yandex.ru.

Evdokimov Aleksandr Andreyevich, Cand. Sc. (Engineering), senior lecturer of the Department of Power Supply, Surgut State University.
E-mail: viktor52-chimesh@yandex.ru.



Novikova Valentina Aleksandrovna, Cand. D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the Department of Electrification and Automation of Agriculture, Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev.

E-mail: viktor52-chimesh@yandex.ru.

Zlydnev Andrey Nikolayevich, postgraduate student of the Department of Electrification and Automation of Agriculture, Kurgan State Agricultural Academy by T.S. Maltsev.

E-mail: andrey-18-09@mail.ru.

Approbation of equipment for urbanized crop production

S. V. Cherepukhina, V. V. Deev, E. M. Basarygina

The purpose of the work was to test the equipment for urbanized crop production. As a result of experimental studies, the use of the phytotron “Rosa-1” and LED lamps “HELIOS” were found to make possible to grow environmentally friendly vegetables in urbanized crop production.

Keywords: urbanized crop production, vegetable crops, vegetation equipment, technological scheme, ecological purity.

References

1. Prognoz nauchno-texnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda / Minsel'xoz Rossii ; Nac. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». M. : NIU VSHE, 2017. 140 s.
2. Managing anaerobic digestate from food waste in the urban environment: Evaluating the feasibility from an interdisciplinary perspective / L. I. Fuldauer, B. M. Parker, R. Yaman, A. Borrion // Journal of Cleaner Production. 2018. № 185. R. 929–940.
3. Artmann M., Sartison K. The role of urban agriculture as a nature-based solution: A review for developing a systemic assessment framework // Sustainability (Switzerland). 2018. № 10 (6). Stat'ya № 1937.
4. Reconciling food security and bioenergy: priorities for action / K. L. Kline [et al.] // GCB Bioenergy. 2017. № 9 (3). R. 557–576.
5. Arrobas M., Lopes H., Rodrigues M. Â. Urban agriculture in Bragança, Northeast Portugal: assessing the nutrient dynamic in the soil and plants, and their contamination with trace metals // Biological Agriculture and Horticulture. 2017. № 33 (1). R. 1–13.
6. Pinna S. Sowing landscapes: Social and ecological aspects of food production in peri-urban spatial planning initiatives – a study from the Madrid area // Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society. 2017. № 5 (1). R. 34–45.
7. Huang Y.-Y., Chen C.-T., Tsai Y.-C. Reduction of temperatures and temperature fluctuations by hydroponic green roofs in a subtropical urban climate // Energy and Buildings. 2016. № 129. R. 174–185.
8. Medvedev S. S. Fiziologiya rastenij. SPb. : BXV-Peterburg, 2013. 512 s.
9. Dospexov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M. : ID Al'yans, 2011. 352 s.

Cherepukhina Svetlana Vasilyevna, Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, Rector, South Ural State Agrarian University.

E-mail: rktr@sursau.ru.

Deev Vitaly Vyacheslavovich, Executive Director, OOO “Neftekhimavtomatika-SPb”.

E-mail: sales@nha-spb.ru.

Basarygina Elena Mikhailovna, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department “Mathematical and Natural Sciences”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: b_e_m@mail.ru.

Project proposal for reconstructing a typical farm for 400 cows based on stream-group services for animals

Yu. N. Chernovol

The technology was developed in relation to a typical farm for 400 cows, where before reconstruction and technical re-equipment, milking was carried out in stalls, in milk pipes. The technology is based on the principle of the operator serving not specific cows assigned to him, but serving the flow of animals of a given technological group or several groups. This principle of servicing animals to a greater extent makes it possible to use operators of narrow specialization and simplifies the process of group differentiated feeding. A project proposal has been developed for the reconstruction and technical re-equipment of existing standard farms for 400 tied cows with a transfer to flow-group service with maintenance in combo boxes, milking by robots. The robots are placed directly in barns. This makes it possible to abandon the construction of special milking parlors. The use of milking robots helps to obtain the highest quality milk and to increase the productivity of the farm workers.

Keywords: project proposal, farms with milking robots, reconstruction of a typical farm.

References

1. Ivanov Yu. G., Lapkin A. G. Sravnitel'naya ocenka energo, trudo- i ekspluatatsionnykh zatrat pri perevode korov s doeniya v molokoprovod na robot «Lely Astronaut» // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mexanizatsii zhivotnovodstva. 2013. № 3 (11). S. 188–190.
2. Rekomendatsii po texnicheskomu perevooruzheniyu molochnotovarnykh ferm na 100, 200, 400 golov i svinovodcheskikh ferm : rekomendatsii. M. : VNIIMZH, 2003.
3. Vedishhev S. M. Mexanizatsiya doeniya korov : ucheb. posobie. Tambov, 2006.
4. Fedorenko I. Ya., Sadov V. V. Texnika i texnologii v zhivotnovodstve : ucheb. posobie. Barnaul : RIO AGAU, 2015. CH. 2. 218 s.
5. Mashiny i texnologii v molochnom zhivotnovodstve : ucheb. posobie / V. Yu. Frolov, S. M. Sidorenko, D. P. Sysoev, A. V. Bychkov. Krasnodar, 2013. 388 s.
6. Ivanov Yu. G., Lapkin A. G. Ustrojstvo dlya preddoil'noj obrabotki soskov vymeni korov // Texnika v sel'skom xozyajstve. 2014. № 2. S. 10–12.

Chornovol Yulia Nikolayevna, Cand. Sc. (Agriculture), researcher, All-Union Research Institute of Agricultural Mechanization.

E-mail: himera1400@mail.ru.

Principles of researching the energy potential of natural reservoirs in the energy supply system

S. K. Sheryazov, O. S. Ptashkina-Girina, N. S. Nizamutdinova

To reduce the cost of consumed energy under the conditions of rising prices for traditional energy sources, it is proposed to replace them with renewable sources. The article discusses the most promising renewable energy of natural reservoirs. For its effective use, it is shown that it is necessary to assess the potential of hydropower resources on the basis of systematic study to establish the relationship between the elements of the system and their indicators in the development of methods, technology and technical means for using the energy of natural reservoirs.



Keywords: power supply system, renewable energy, traditional energy sources, substitution of energy resources, energy of natural reservoirs, system research, potential of hydropower resources.

References

1. Sher'yazov S. K. Vozobnovlyayemye istochniki v sisteme energosnabzheniya sel'skoxozyajstvennykh potrebitelej : monografiya. Chelyabinsk : CHGAU, 2008. 300 s.
2. Sher'yazov S. K. Methodology of Renewable Sources Efficient Use. In the Proceedings of the VI international research and practice conference "European Science and Technology". Germany, 2013. R. 343–347.
3. Sher'yazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Guseva O. A. Renewable Low-Potential Thermal Energy Investigation of Water Bodies // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon. 2019. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934199.
4. Malaya gidroenergetika / pod red. L. P. Mixajlova. M. : Energoizdat, 1989. 180 s.
5. Energeticheskie resursy SSSR. Gidroenergeticheskie resursy / pod red. A. N. Voznesenskogo. M. : Nauka, 1967. 599 s.
6. Rozhdestvenskij A. V., Chebotarev A. I. Statisticheskie metody v gidrologii. L. : Gidrometeoizdat, 1974. 424 s.
7. Saplin L. A., Ptashkina-Girina O. S. Gidroenergeticheskij potencial stoka rek Yuzhnogo Urala // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. 2011. № 12. S. 67–69.
8. Vremennye rekomendacii po proektirovaniyu malyx GES. L. : Energoatomizdat, 1989. 100 s.
9. Fevralev A. V. Proektirovanie gidroelektrostancij na malyx rekax : ucheb. posobie. Nizhnij Novgorod, 2014. 180 s.
10. Posobie po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskix xarakteristik. L. : Gidrometeoizdat, 1984. 448 s.
11. Osnovy sovremennoj energetiki. Kurs lekcij dlya menedzherov energeticheskix kompanij / pod obshh. red. chl.-korr. RAN E. V. Ametistova. M. : Izd-vo MEI, 2004.
12. Spravochnik po resursam VIE Rossii i mestnym vidam topliva / P. P. Bezrukix [i dr.]. M. : IAC «Energiya», 2008.
13. Vozobnovlyayemye istochniki energii 2020: analiz i prognoz do 2025 goda / Mezhdunraodnoe energeticheskoe agenstvo. Rezhim dostupa : https://www.iea.org/reports/renewables2020?utm_campaign=IEA%20newsletters&utm_source=SendGrid&utm_medium=Email.
14. Perspektivy razvitiya vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii / V. G. Nikolaev [i dr.] / pod red. V. G. Nikolaeva. M. : Atmosgraf, 2009. 456 s.
15. Bezrukix P. P. Nauchno-tekhnicheskoe i metodologicheskoe obosnovanie resursov i napravlenij ispol'zovaniya VIE : dis. ... d-ra tekhn. nauk. M. : VIEX, 2003. 268 c.
16. Kudryashov Yu. I., Nikolaev V. G. O vozmozhnoj i celesoobraznoj summarnoj ustanovlennoj moshhnosti vetroelektricheskix stancij v Rossii // MOK. 2017. № 11. Rezhim dostupa : <https://www.c-o-k.ru/articles/o-vozmozhnoy-i-celesoobraznoy-summarnoy-ustanovlennoj-moschnosti-vetroelektricheskix-stanciy-v-rossii>.
17. Lukutin B. V. Vozobnovlyayemaya i al'ternativnaya energetika v Tomskoj oblasti. Tomsk : Izd-vo Tomskogo politexnicheskogo universiteta, 2008. 187 s.
18. Nizamutdinova N. S., Ptashkina-Girina O. S. Kratkij obzor metodik ocenki effektivnosti tekhnologij VIE v elektroenergetike // Prioritetnye napravleniya razvitiya energetiki v APK : sb. st. po mater. II Vseros. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. / pod obshh. red. S. F. Suxanovoj. 2018. S. 109–113.
19. Ptashkina-Girina O. S., Nizamytdinova N. S., Guseva O. A. Technical-Economic assessment of small hydro-power units // Proceedings-2018 International Ural Conference on Green Energy, UralCon. 2018. C. 101–106.

Sheryazov Saken Koyshybaevich, D. Sc. (Engineering), Professor, the Department "Energy Supply and Automation of Technological Processes", South Ural State Agrarian University.

E-mail: sakenu@yandex.ru.

Ptashkina-Girina Olga Stepanovna, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, the Department “Energy Supply and Automation of Technological Processes”, South Ural State Agrarian University.
E-mail: girina2002@mail.ru.

Nizamutdinova Natalya Sergeevna, Cand. Sc. (Economics), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.
E-mail: natalyaniz@mail.ru.

VETERINARY SCIENCES

Heavy metals and their effect on the function of the thyroid gland in animals

M. A. Derkho, Zh. S. Rybyanova, F. G. Gizatullina

The relationship between the concentration of heavy metals in the blood of calves and cows with the functional state and secretory activity of the thyroid gland is studied. The objects of the study were: 1) black-and-white calves at 1, 3, and 6 months of age; 2) cows of the black-and-white breed before starting (280-300th day of lactation) at the age of 3, 4-5 and 5-6 years; the material of the study was blood. It was found that the concentration of Fe in the blood of dairy calves decreases with age by 15.74%, but Cu and Zn increases by 62.26 and 23.46%, and Co, Mn, Pb and Cd by 3.50, 2.00, 9.00 and 1.35 times; in cows the level of Cu, Zn, Mn, Pb and Cd increases by 7.63, 36.4, 34.78, 77.78 and 43.33% against the background of decreasing Co and Fe by 44.44 and 20.88%. The concentration of cT_4 and cT_3 in the blood of dairy calves decreases with age by 1.45 and 2.02 times ($p \leq 0.05$), in cows – by 1.62 and 1.96 times against the background of the decreasing ratio of cT_3/cT_4 , by 40.42 and 83.33% ($p \leq 0.05$), while the content of AT to TPO, on the contrary, increases by 3.83 and 1.62 times ($p \leq 0.05$). In calves, the greatest number of significant correlations in metal-hormone pairs is found between cT_3 -Fe ($r = 0.86-0.98$), cT_3 -Co ($r = 0.81-0.90$), cT_3 -Zn ($r = 0.82-0.89$), cT_3 -Cd ($r = 0.83-0.84$) and cT_3 -Pb ($r = 0.73-0.90$); in cows between cT_4 -Cu ($r = 0.76-0.98$), cT_4 -Zn ($r = 0.71-0.95$), cT_4 -Co ($r = 0.89-0.97$), cT_4 -Mn ($r = -0.71-0.88$), cT_4 -Pb ($r = 0.76-0.90$), and cT_4 -Cd ($r = 0.76-0.93$); between the content of AT to TPO and Mn ($r = -0.71 - -0.80$), Co ($r = 0.86-0.97$) and Cd ($r = 0.94-0.97$).

Keywords: blood, heavy metals, thyroid gland, correlations, cows, calves.

References

1. Zobogennye veshhestva i faktory (obzor literatury) / N. A. Abramova, V. V. Fadeev, G. A. Gerashimov, G. A. Mel'nichenko // Klinicheskaya eksperimental'naya tireoidologiya. 2006. T. 2. № 1. S. 21–32.
2. Human exposure to endocrine disrupting chemicals: Effects on the male and female reproductive systems / S. Sifakis, V. P. Androutsopoulos, A. M. Tsatsakis, D. A. Spandidos // Environ. Toxicol. Pharmacol. 2017. Vol. 51. P. 56–70.
3. Chervov V. O., Artymuk N. V., Danilova L. N. Gormonopodobnye ksenobiotiki i ginekologicheskie problemy. Obzor literatury // Mat' i ditya v Kuzbasse. 2018. № 2 (73). S. 20–26.
4. Overview of Cadmium Thyroid Disrupting Effects and Mechanisms / A. Buha [et al.] // Int. J. Mol. Sci. 2018. Vol. 19. P. № 1501. R. 1–19. DOI: 10.3390/ijms19051501.
5. Thyroid hormone role in metabolic status and economic beneficial features formation in replacement gilts of different breeds / M. A. Derkho [et al.] // Periodico Tche Quimica. 2019. Vol. 16. № 31. P. 471–483.
6. Baltabekova, A. Zh., Derxo M. A. Metabolicheskie efekty tireoidnyx gormonov v organizme remontnyx bychkov kazaxskoj belogolovoj porody // Izvestiya OGAU. 2017. № 1 (63). S. 100–103.
7. Balabaev B. K., Derxo M. A. Vozrastnye osobennosti tireoidnogo statusa i belkovogo obmena v organizme zhivotnyx kazaxskoj belogolovoj porody // APK Rossii. 2016. T. 23. № 3. S. 640–645.



8. Balabaev B. K., Derxo M. A. ocenka funkcional'noj aktivnosti shhitovidnoj zhelezy u korov kazaskoj belogolovoj porody v xode podsosnogo perioda // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017. № 1 (63). S. 103–107.
9. Heavy metals in the volcanic environment and thyroid cancer / R. Vigneri [et al.] // *Mol. Cell. Endocrinol.* 2017. № 457. R. 73–80.
10. Rustambekova S. A. Ekologicheskie riski patologii shhitovidnoj zhelezy v Moskovskoj aglomeracii // *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Ser. : Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2012. № 1. S. 16–22.
11. Il'ina E. S., Uvarova I. A., Romanova T. P. Gistofuncional'noe sostoyanie shhitovidnoj zhelezy kak indikator zagryazneniya okruzhayushhej sredy // *Byulleten' medicinskix internet-konferencij*. 2014. T. 4. № 11. S. 1281.
12. Andrusishina I. N. Osobennosti vliyaniya nanochastic oksidov serebra i alyuminiya na shhitovidnyyu zhelezu krya // *Suchasni problemi toksikologii, xarchovoi ta ximichnoi bezpeki*. 2016. № 1. S. 50–54.
13. МУ 01-19/47-11. Atomno-adsorbcionnye metody opredeleniya toksichnyx elementov v pishhevyyx produktax i pishhevom syr'e. Uтверzhdeny Gosudarstvennym komitetom sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora Rossijskoy Federacii 25 dekabrya 1992 g.
14. Gribovskij G. P. Veterinarno-sanitarnaya ocenka osnovnyx zagryaznitelej okruzhayushhej sredy na Yuzhnom Urale. Chelyabinsk. 1996. 224 s.
15. Veldanova M. V. Rol' nekotoryx strumogennyx faktorov vneshnej sredy v vozniknovenii zobnoj endemii // *Mikroelementy v medicine*. 2000. № 1. S. 17–25.
16. Rustembekova S. A., Ametov A. S., Tliashinova A. M. Elementnyj disbalans pri patologii shhitovidnoj zhelezy // *Rossijskij medicinskij zhurnal*. 2008. № 16. S. 1078.
17. Nakoplenie tyazhelyx metallov v pecheni krya v processe xronicheskoy intoksikacii medno-cinkovo kolchedannoj rudoy / L. M. Sagitarova, F. X. Kamilov, O. A. Knyazeva, E. N. Kogina // *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2017. T. 22. № 1. S. 90–92.
18. Artykbaeva G. M. Rol' dejodinaz 1-go i 2-go tipov v metabolizme tireoidnyx gormonov (obzor literatury) // *Problemy endokrinologii*. 2016. № 2. S. 46–51.
19. Vliyanie elementov medno-cinkovyx kolchedannyx rud na remodelirovanie kostnoj tkani i faktory ego regulyacii / E. R. Farshatova [i dr.] // *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2015. T. 96. № 5. S. 783–787.
20. Kretova M. G. Issledovanie vliyaniya faktorov vneshnej sredy na sostoyanie shhitovidnoj zhelezy (obzor literatury) // *Sinergiya nauki*. 2017. № 18. S. 1094–1111.
21. Safonova V. Yu. Vliyanie ekologicheskix faktorov sredy na pokazateli funkcional'noj aktivnosti shhitovidnoj zhelezy u zhivotnyx // *Izvestiya OGAU*. 2016. № 2 (58). S. 180–182.
22. Ryb'yanova Zh. S., Derxo M. A. Sopryazhennost' urovnya tyazhelyx metallov s kolichestvom lejkcitov v organizme korov // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana*. 2019. T. 239. № 3. S. 198–204.

Derkho Marina Arkadyevna, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

Rybyanova Zhanna Sergejevna, postgraduate student, the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: khimeugavm@inbox.ru.

Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna, D. Sc. (Biology), Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gizatullina-f@mail.ru.

**Growth dynamics of heifers created due to recently breeding achievements
and their crosses against the background of classic beef cattle in the conditions of Aqtobe Region**

S. R. Kaldygulov, S. D. Tyulebaev, M. D. Kadysheva

The article presents the materials of a comparative study of growing heifers of the Kazakh white-headed and Auliyekol breeds, simmentals of the Bredinsky meat type and crosses of the Auliyekol and Bredinsky meat breeds at the moderate level of feeding in the conditions of Aqtobe Region. The indicators of live weight dynamics and the coefficients of its increase, the average daily and relative gains in live weight are given for periods of growth up to 18 months of age. The heifers with the maternal basis made up of cows of the Bredinsky meat type are established to be superior to the peers of the Kazakh white-headed breed in terms of growth rate during the sucking period, they also grew faster than Kazakh and Auliyekol heifers in the period from 15 to 18 months of age. As a result, their reliable superiority in live weight is established at 18 months to the heifers of the Kazakh white-headed breed by 5.4-10.1%. Crossbred animals at this age surpassed the Auliyekol heifers by 27.9 kg or 6.9%, and the ones of the Kazakh white-headed breed by 39.8 kg. The discussion justifies the need to use the moderate level of feeding when raising heifers for repair.

Keywords: cattle, heifers, growth, live weight, average daily gain, herd repair.

References

1. «Bredinskij myasnoj» tip simmentala – novoe napravlenie v myasnom skotovodstve Rossii / S. D. Tyulebaev [i dr.] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2009. T. 4. № 62. S. 109–112.
2. Plemennaya rabota s simmentalami bredinskogo myasnogo tipa v OOO «Borovoe» Chelyabinskoy oblasti / M. D. Kadysheva [i dr.] // Zootexniya. 2015. № 1. S. 10–12.
3. Auliekol'skaya myasnaya poroda krupnogo rogatogo skota / N. R. Bisekenov [i dr.] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2014. № 4 (87). S. 20–24.
4. Vyvedenie i sovershenstvovanie auliekol'skoj породы myasnogo skota / Z. A. Zhanburshinov, Sh. A. Zhuzenov, V. D. Kryuchkov, A. B. Axmetalieva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. T. 4. № 36–1. S. 99–102.
5. Otechestvennaya myasnaya poroda intensivnogo tipa – novoe napravlenie v myasnom skotovodstve Rossii / S. D. Tyulebaev, M. D. Kadysheva, S. A. Miroshnikov, A. S. Ushakov // Problemy biologii produktivnyx zhivotnyx. 2011. № 3. S. 20–26.
6. Perspektivy ispol'zovaniya novyx genotipov myasnogo skota v ekonomicheskom prostranstve EvrAzES / S. D. Tyulebaev [i dr.] // Vestnik Kurganskoj GSXA. 2018. № 1 (25). S. 59–62.
7. Intensivnost' vyrashhivaniya telok i ix posleduyushhie vosproizvoditel'nye kachestva / A. A. Nekrasov [i dr.] // Zootexniya. 2003. № 4. S. 2–4.
8. Birgit R., Xarms Ya. Vosproizvodstvo stada: problemy i resheniya – strategiya rosta // NII s/x i rybovodstva zemli Maklenburg. Perednyaya Pomeraniya ; FRG, 2011.
9. Litovchenko V. G., Tyulebaev S. D., Kadysheva M. D. Dinamika zhivoj massy i vozrast matok raznyx genotipov v period stanovleniya i realizacii reproduktivnoj funkicii skota // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 6 (38). S. 96–98.
10. Rekomendacii po razvedeniyu myasnyx porod krupnogo rogatogo skota / X. A. Amerxanov [i dr.]. Orenburg, 2017. 28 s.
11. Zanton G., Heinrichs J. Is there a best growth rate for heifers // Issue of Hoard Dairmen. 2006.

Kaldygulov Samat Reyovich, applicant, Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: s-tyulebaev@mail.ru.

Tyulebaev Sayasat Dzhakslykovich, D. Sc. (Agriculture), Professor, Head of the Department, Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: s-tyulebaev@mail.ru.



Kadysheva Marvat Dusangaliyeva, Cand. Sc. (Agriculture), senior researcher, Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences.
E-mail: aliya_ishamanova@mail.ru.

Comparative effect of preparations Nabikat and Irkutin on the meat productivity of turkeys

A. S. Mizhevikina, I. A. Lykasova, M. E. Koryukhova

This paper presents the results of industrial experience on the study of meat productivity of turkeys when the preparations Nabikat and Irkutin are used. When the feed additive Nabikat containing chelated silicon in its composition is used, the relative gain in live weight of turkeys increased 1.7 times as compared with the group that used the adaptogen Irkutin, and 2.2 times as compared with the control group. The absolute average daily gain in live weight showed the group of turkeys that ate Nabikat was the highest, i.e. 198.2 g; the absolute average daily gain in live weight in the group that ate Irkutin was 118.6 g versus 95.5 g of the gain in the control group.

Keywords: preparations, Nabikat, Irkutin, indicators of meat productivity, turkeys.

References

1. Eremin S. V. Vliyanie novoj kremnesoderzhashhej kormovoj dobavki Nabikat na produktivnost', obmen veshhestv i rezistentnost' organizma u cyplyat brojlerov // Nauchnyj elektronnyj zhurnal KubGAU. Krasnodar : KubGAU, 2016. № 120 (06). S. 54.
2. Lykasova I. A., Postoeva A. A. Tekhnologicheskie pokazateli myasa brojlerov pri primenении irkutina // Nauka (Kostanaj). 2014. № S4–1. S. 190–192.
3. Lykasova I. A., Makarova Z. P., Mizhevikina A. S. Vliyanie preparatov Nabikat i Sinbilajt na ximicheskij sostav myasa brojlerov // Aktual'nye voprosy biotexnologii veterinarnoj mediciny: teoriya i praktika : mater. nac. nauch. konf. Instituta veterinarnoj mediciny (Troick, 2018). Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. 179 s.
4. Mizhevikina A. S. Ispol'zovanie kremnesoderzhashhix dobavok v pticevodstve // APK Rossii. 2017. T. 24. № 1. S. 80–86.
5. Mizhevikina A. S., Lykasova I. A. Myasnaya produktivnost' svinej pri primenении v racione kremnesoderzhashhej smesi // Uspexi sovremennoj nauki. 2016. T. 1. № 2. S. 16–18.
6. Mizhevikina A. S., Lykasova I. A. Ocenka vliyaniya kormovoj dobavki «NABIKAT» na kachestvo i bezopasnost' svininy // Nauchnoe obespechenie bezopasnosti i kachestva produkcii zhivotnovodstva : mater. Vseros. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. (23 maya 2019 g.). Kurgan : Izd-vo Kurganskoj GSXA, 2019. S. 171–175.
7. Mordan' G. G., Simonenko V. P. Irkutin – effektivnyj stimulyator povysheniya produktivnosti // Belorusskoe sel'skoe xozyajstvo. 2009. № 10. S. 43.
8. Perfil'ev K. V., Lykasova I. A. Molochnaya produktivnost' korov-pervotelok cherno-pestroj porody pri ispol'zovanii v racione Irkutina // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal Koncept. 2014. T. 20. S. 4571–4575.
9. Shilkov A. A., Mizhevikin I. A., Mizhevikin D. A. Veterinarno-sanitarnaya ocenka myasa brojlerov pri ispol'zovanii v racione Irkutina // European Scientific Conference : sb. st. XVII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza, 2019. S. 303–305.
10. Mukhamedyarova Z. P., Lykasova I. A., Mizhevikina A. S. Shanges in morphological and biochemical parameters of blood of broiler chickens caused by use of feed additives // Advances in Engineering Research. 2018. S. 865–869.

Mizhevikina Anna Sergeyevna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University.
E-mail: annuskamig@mail.ru.

Lykasova Irina Aleksandrovna, D. Sc. (Veterinary), Professor of the Department of Infectious Diseases and Veterinary-Sanitary Expertise, South Ural State Agrarian University.

E-mail: irina41056@mail.ru.

Koryukhova Maria Evgenyevna, postgraduate student, South Ural State Agrarian University.

E-mail: fass.1994@mail.ru.

Thyroid regulation and its features in the body of animals in the conditions of natural-technogenic province

J. S. Rybyanova, M. A. Derkho

The secretory activity of the thyroid gland was studied by the cT_3 and cT_4 levels, their biological properties in the body of calves and cows, assessed by the level of blood protein parameters in the conditions of natural-technogenic province. The studies were carried out on black-and-white milk-fed calves at 1, 3 and 6 months of age; black-and-white cows at the age of 3, 4-5 and 5-6 years before launch (280-300th day of lactation). In the blood of milk-fed calves, the concentration of cT_3 and cT_4 by the age of 6 months decreased by 50.74 and 30.83%, the decrease in hormones in the body of cows was 66.24 and 38.17%, respectively. In the blood of 6-month-old calves, in comparison with 1-month-old calves, the concentration of total protein and albumin significantly increases by 9.37 and 39.62%, the activity of AsAT and AlAT was 1.30 and 2.02 times against the background of a decrease in urea (by 33.59 %, $p \leq 0.05$). In cows, on the contrary, the level of total protein in the blood decreased (by 7.43%, $p \leq 0.05$), globulins (by 21.62%, $p \leq 0.05$) against the background of increasing urea concentration in (by 38.84% , $p \leq 0.05$), AsAT (2.52 times, $p \leq 0.05$), AlAT (2.33 times, $p \leq 0.05$) and decreasing OB/urea value by 33.35% ($p \leq 0.05$). Triiodothyronine regulates the amount of albumin, urea, AsAT and AlAT in the blood of calves ($r(cT_3\text{-Alb}) = -0.80 \pm 0.25 - -0.97 \pm 0.09$; $r(cT_3\text{-Urea}) = 0.79 \pm 0.23 - 0.87 \pm 0.09$; $r(cT_3\text{-AsAT}) = -0.84 \pm 0.20 - -0.88 \pm 0.18$; $r(cT_3\text{-AlAT}) = -0.79 \pm 0.17 - -0.97 \pm 0.08$); cows with albumin, AlAT and the AsAT/AlAT ratio ($r(cT_3\text{-Alb}) = 0.73 \pm 0.26 - 0.82 \pm 0.22$; $r(cT_3\text{-AlAT}) = -0.85 \pm 0.21 - -0.96 \pm 0.10$; $r(cT_3\text{-AsAT/AlAT}) = -0.89 \pm 0.15 - 0.92 \pm 0.08$).

Keywords: blood, proteins, enzymes, thyroid hormones, correlation, calves, cows.

References

1. Osadchuk L. V., Vdovina G. V., Smirnov P. N. Vozrastnaya dinamika sodержaniya gormonov v perifericheskoy krovi u telok pri raznyx texnologiyax vyrashhivaniya // Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. 2012. № 4. S. 56–60.
2. Ermolina E. V. Morfologicheskie izmeneniya gipotalamo-gipofizarnoj adrenokortikal'noj i immunnoj sistem krysa pri kombinirovannom vozdejstvii xroma i benzola // Morfologiya. 2011. № 5. S. 84–85.
3. Kubasov R. V. Gormonal'nye izmeneniya v otvet na ekstremal'nye faktory vneshnej sredy // Vestnik Rossijskoj akademii medicinskix nauk. 2014. № 9–10. S. 102–109.
4. Popova N. Yu., Drozdova L. I. Morfologicheskaya kartina autoimmunnogo tireoidita s yavleniem sistemnogo idiopaticeskogo fibroza u loshadi // Agrarnyj vestnik Urala. 2018. № 11 (178). S. 48–51.
5. Eremenko V. I., Stasenkova Yu. V. Soderzhanie tiroksina v krovi laktiruyushhix korov raznyx geneticheskix linij // Aktual'nye problemy molodezhnoj nauki v razvitii APK : mater. Vseros. nac. nauch.-prakt. konf. Kursk, 2020. S. 290–292.
6. Charmandari E., Tsigos C., Chrousos G. Endocrinology of the stress response // Annu. Rev. Physiol. 2005. Vol. 67. P. 259–284.
7. Raximov I. X., Derxo M. A. Vliyanie texnologii sodержaniya na formirovanie tireoidnogo i metabolicheskogo statusa u bychkov semintal'skoj i cherno-pestroj porod // Uchenye zapiski KGAVM. 2013. T. 214. S. 336–341.



8. Ryb'yanova Zh. S., Derxo M. A. Sopryazhennost' urovnya tyazhelyx metallov s kolichestvom lejkocitov v organizme korov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana. 2019. T. 239. № 3. S. 198–204.

9. Derxo M. A., Sockij P. A., Koncevaya S. Yu. Regulirovanie adaptacionnyx vozmozhnostej organizma bychkov ligfolom v usloviyax texnogennoj provincii // Veterinariya. 2013. № 2. S. 39–41.

10. Derxo M. A., Trofimova R. G., Derxo A. O. Ocenka ekologicheskoy bexopasnosti pochv v gornorudnoj zone Chelyabinskoj oblasti // Nauchno-texnicheskij progress v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve : sb. dokl. XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Velikie Luki, 2020. S. 9–13.

11. Kashapova R. A. Adaptaciya organizma v usloviyax ximicheskogo zagryazneniya maloj intensivnosti // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 3. Rezhim dostupa : <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19710> (data obrashheniya 29.09.2020).

12. Gorodeckaya I. V. Rol' jodsoderzhashhix tireoidnyx gormonov v formirovanii otvetnoj reakcii organizma pri xronicheskom stressovom vozdejstvii // Vestnik VGMU. 2012. T. 11. № 3. S. 28–33.

13. Derxo M. A., Balabaev B. K. Osobennosti lipidnogo obmena i ego tireoidnoj regulyacii v organizme korov kazaxskoj belogolovoj porody v podsosnyj period // Nauchnyj Vestnik GOU Luganskoj Narodnoj respubliki «Luganskij nacional'nyj agrarnyj universitet». 2020. № 8–1. S. 9–19.

14. Shamberev Yu. N. Vliyanie gormonal'nyx i substratnyx preparatov na rost, obmen veshhestv i adaptivnye vozmozhnosti zhivotnyx // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2007. Vyp. 4. S. 111–119.

15. Eremenko V. I. Dinamika tireoidnyx gomonov v krovi netelej pri raznom sootnoshenii koncentrirovannyx i granulirovannyx kormov v ix racione // Vestnik Kurskoj SXA. 2020. № 1. S. 82–85.

16. Fedina R. G. Vliyanie ekologicheski neblagopriyatnyx rajonov Novosibirskaja na regulyaciyu i vzaimodejstvie endokrinno-metabolicheskix xarakteristik // Nauka i socium : mater. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Novosibirsk : ANO DPO «Sibirskij institut prakticheskoy psixologii, pedagogiki i social'noj raboty, 2019. S. 86–89.

17. Afanas'eva A. I., Sarychev V. A. Dinamika pokazatelej belkovogo obmena v krovi laktiruyushhix ovcmatok zapadnosibirskoj myasnoj porody pri primenenii preparata «Monoklavit-1» // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 6 (176). S. 84–88.

18. Baltabekova A. Zh., Derxo M. A. Metabolicheskie efekty tireoidnyx gormonov v organizme bychkov kazaxskoj belogolovoj porody // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 1 (63). S. 100–103.

Rybyanova Zhanna Sergejevna, postgraduate student, the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: khimeugavm@inbox.ru.

Derkho Marina Arkadyevna, D. Sc. (Biology), Professor, Head of the Department of Natural Sciences, South Ural State Agrarian University.

E-mail: derkho2010@yandex.ru.

STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCE

Studying the influence of shelf life on the quality indicators of pastilles

D. G. Popova, I. Yu. Reznichenko, A. N. Tabatorovich

The article presents the results of the analyzing the quality and safety indicators of pastilles of various brands during storage, the assessing the factors that preserve the quality of the goods, i.e. labeling and packaging. The results of studies of organoleptic, physicochemical and microbiological quality indicators are presented, changes in quality and safety indicators are shown depending on the shelf life of pastilles,

compliance with the safety indicators of samples is established when the storage regimes and conditions are observed.

Keywords: pastel products, safety factors, quality, safety, shelf life.

References

1. Tabatorovich A. N., Reznichenko I. Yu. Osobennosti ximicheskogo sostava yablochnogo pyure kak osnova identifikatsii // *Texnika i texnologiya pishhevyykh proizvodstv*. 2015. № 3(38). S. 153–159.
2. Shkol'nikova M. N., Aver'yanova E. V. Pektin kak funktsional'nyj pishhevoj ingredient v sostave zefira // *Vestnik YUzhno-Ural'skogo universiteta. Ser. : Pishheve i biotexnologii*. 2017. T. 5. № 1. S. 35–44.
3. Issledovanie sostava pishhevyykh volokon rastitel'nogo proisxozhdeniya / O. V. Peregonchaya [i dr.] // *Texnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishhevyykh produktov*. 2018. № 4 (51). S. 21–25.
4. Razrabotka produktov s antioksidantnymi svoystvami na osnove yagodnogo syr'ya / I. V. Kalinina [i dr.] // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo universiteta. Ser. : Pishheve i biotexnologii*. 2018. T. 6. № 3. S. 33–41.
5. Vliyanie zhelatina na stepen' vydeleniya antocianovogo pigmenta zhimolosti i chernoj smorodiny / N. Yu. Chesnokova [i dr.] // *Texnika i texnologiya pishhevyykh proizvodstv*. 2017. № 4 (47). S. 92–98.
6. Issledovanie strukturoobrazovaniya zheleznyykh mass na osnove agara i pektina / G. O. Magomedov [i dr.] // *Xranenie i pererabotka sel'xozsyr'ya*. 2014. № 5. S. 29–32.
7. Tabatorovich A. N., Reznichenko I. Yu. Texnologiya i ocenka kachestva pastily, obogashhennoj organicheskim jodom // *Texnika i texnologiya pishhevyykh proizvodstv*. 2016. № 1 (40). S. 61–67.
8. Sandrakova I. V., Reznichenko I. Yu. Issledovanie potrebitelej produktov zdorovogo pitaniya // *Prakticheskij marketing*. 2019. № 12 (274). S. 22–27.
9. The Development Trend of the Confectionery Market of the Russian Federation / N. Frolova [et al.] // *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Science and Social Development (ESSD 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.2991/essd-19.2019.85>.
10. Frolova N., Praskova Yu., Reznichenko I. Regional aspects of the international development of the confectionery industry for the border areas of the Far Eastern region // *Proceedings of the International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions: Economic, Social and Security Challenges (ICSDCBR 2019)*. DOI: <https://doi.org/10.2991/icsdcbr-19.2019.19>.
11. Soldatova E. A., Misteneva S. Yu., Savenkova T. V. Usloviya i kriterii obespecheniya xranimospособnosti konditerskix izdelij // *Pishhevaya promyshlennost'*. 2019. № 5. S. 82–85.
12. Vliyanie markirovki na konkurentosposobnost' tovara / I. YU. Reznichenko [i dr.] // *Texnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishhevyykh produktov*. 2016. № 2 (37). S. 113–119.
13. Reznichenko I. Yu., Tixonova O. Yu., Sel'skaya I. L. Pravil'naya etiketka – zalog uspeshnykh prodazh // *Pishhevaya promyshlennost'*. 2019. № 7. S. 19–24.
14. Tixonova O. Yu., Reznichenko I. Yu., Zorkina N. N. Issledovanie potrebitel'skix predpochtenij v otnoshenii markirovki pishhevyykh produktov i ocenki ee kachestva // *Texnika i texnologiya pishhevyykh proizvodstv*. 2015. № 1 (36). S. 152–156.

Popova Dina Gennadyevna, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Quality Management, Kemerovo State University.

E-mail: dissovet0518@bk.ru.

Reznichenko Irina Yuryevna, D. Sc. (Engineering), Professor, Head of the Department of Quality Management, Kemerovo State University.

E-mail: Irina.reznichenko@gmail.com.

Tabatorovich Aleksandr Nikolayevich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department of Commodity Science and Expertise of Goods, Siberian University of Consumer Cooperation.

E-mail: lex.tab68@mail.ru.



Organoleptic assessment of the quality of symbiotic yogurt with biologically active substances of sea-buckthorn and rose hips

O. V. Tabakaeva, A. V. Tabakaev, V. V. Melkunov

All over the world, there is a steady trend in the production and consumption of functional food products, with sour milk products of a quite diverse range on the world market being the most popular and bifidogenic fortified dairy products being not common. Thus, in order to expand the range of functional products and meet the physiological needs of the human body, organoleptic studies of a symbiotic fermented milk product enriched with vitamin B₁₂ with biologically active substances of sea-buckthorn and rose hips were carried out. The results of the studies demonstrated the high consumer qualities of the developed formulations of fortified yogurt, which undoubtedly contributes to the further development of the technology of symbiotic products based on combining the two types of lactic fermentation using raw materials of plant origin as a source of valuable and essential biologically active substances.

Keywords: comparative organoleptic analysis, fermented milk product, symbiotic yogurt, buckthorn buckthorn, propionic acid fermentation, sweetener, rosehip, vitamin C, consortium of lactic acid microorganisms.

References

1. Zaxarova L. M. Tendencii ispol'zovaniya pishhevnyx i polifunkcional'nyx dobavok v proizvodstve molochnyx produktov : monografiya. Kemerovo, 2002. 160 s.
2. Issledovanie bioximicheskix pokazatelej plodov shipovnika «majskij» (*Rosa majalis*) dlya opredeleniya sposoba ix pererabotki / F. F. Kokaeva [i dr.] // Novye texnologii. 2018. № 1. S. 43–49.
3. Kunizhev S. M., Shuvaev V. A. Novye texnologii v proizvodstve molochnyx produktov. M. : DeLi print, 2004. 208 s.
4. Gorbatov K. K., Gun'kova P. I. Ximiya i fizika moloka i molochnyx produktov. SPb. : GIOR, 2012. 336 s.
5. Xamagaeva I. S., Kachanina L. M., Tumurova S. M. Biotexnologiya zakvasok propionovokislyx bakterij. Ulan-Ude : Izd-vo VSGTU, 2006. 172 s.
6. Razrabotka molochnyx produktov na osnove saxarozamenitelej / E. A. Yakovleva, A. I. Gnezdilova, V. B. Shevchuk, T. Yu. SHarova // Molochno-xozyajstvennyj vestnik. 2014. № 1 (13). S. 86–90.
7. Etepeva T. V., Kamenskaya E. P. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya konsorciuma propionovokislyx i molochnokislyx bakterij v biotexnologii proizvodstva sinbioticheskogo kislomolochnogo produkta // Texnologii i oborudovanie ximicheskoy, biotexnologicheskoy i pishhevoj promyshlennosti : mater. VI Vseros. nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyx uchenyx s mezhdunar. uchastiem (Bijsk, 22–24 maya 2013). Bijsk : Izd-vo Altajskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta, 2013. S. 410–413.
8. Shatnyuk L. N., Mixeeva G. A., Nekrasova T. E. Vitaminno-mineral'nye premiksy v texnologiyax produktov zdorovogo pitaniya // Pishhevaya promyshlennost'. 2014. № 6. S. 42–43.
9. Fatima, T. Metabolite profiling and expression analysis of flavonoid, vitamin C and tocopherol biosynthesis genes in the antioxidant-rich seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) / T. Fatima [et al.] // Phytochemistry. 2015. Vol. 118. P. 181–191.
10. Ishabashi N., Shimamura S. Bifidobacteria: research and development in Japan // Food Technology. 1993. V. 47. № 6. P. 15–17.
11. Olas B. Sea buckthorn as a source of important bioactive compounds in cardiovascular diseases // Food and Chemical Toxicology. 2016. Vol. 97. P. 199–204.
12. Phytochemical composition and antibacterial activity of the essential oils from different parts of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides L.*) / X-F. Yue, X. Shang, Z-J. Zhang, Y-N. Zhang // Journal of food and drug analysis. 2017. Vol. 25. P. 327–332.

13. Rozhkova I. A. Issledovanie i razrabotka texnologii kislomolochnogo produkta smeshannogo brozheniya dlya funktsional'nogo pitaniya : dis. ... kand. texn. nauk. Omsk, 2015. 148 s.

Tabakaeva Oksana Vatslavovna, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University.
E-mail: yankovskaya68@mail.ru.

Tabakaev Anton Vadimovich, Cand. Sc. (Engineering), Assistant of the Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University.
E-mail: yankovskaya68@mail.ru.

Melkunov Valentin Vladimirovich, postgraduate student of the Department of Food Sciences and Technologies, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University.
E-mail: yankovskaya68@mail.ru.



Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать **научному профилю** журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 5 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, 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.

Рекомендуемый объем аннотации – не более 5–7 строк. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), кратко и четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т. п.).

Структура статьи должна содержать следующие **основные** разделы:

1. Введение.
2. Методы исследования.
3. Результаты исследований.
4. Обсуждения.
5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

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.

Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию статьи.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам **рецензирования** и обсуждения на редколлегии. За достоверность и оригинальность материалов ответственность несут авторы. Авторы гарантируют, что текст статьи оригинальный (85-90% оригинальности по системе Антиплагиат), публикуется впервые.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: gusapk@bk.ru.

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.

Правила оформления статьи

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация.

Ключевые слова.

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 должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

*С уважением,
редакция журнала*

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

(название статьи)

ФИО (полностью)	
Ученая степень	
Ученое звание (при наличии)	
Должность	
Место работы, учебы (полное наименование организации)	
Адрес места работы, учебы (с указанием индекса)	
Контактный телефон (с указанием кода города)	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала (с указанием индекса)	
Иные сведения	

* – 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 сайтах журнала:
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.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 websites:
<http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.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.



Верстка
М. В. Шингареева

Корректор
М. В. Вербина

Design
M. V. Shingareeva

Proof reader
M. V. Verbina

Перевод на англ. язык – *И. Ю. Новикова*

English rendering – *I. Y. Novikova*

Подписано в печать: 11.12.2020
Дата выхода в свет: 25.12.2020
Формат 60×84/8. Гарнитура Times
Усл. печ. л. 18,0. Тираж 300 экз.
Заказ № 102

Signed to print: 11.12.2020
Release date: 25.12.2020
Format 60×84/8. Times script
Conventional printed sheet 18,0
Circulation 300 copies
Order № 102

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

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, Fax: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University:
454080, Chelyabinsk, Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price