

ISSN 2587-8824

АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 28
№ 3



Челябинск
2021

16+

ISSN 2587-8824

Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 28
Issue 3



Chelyabinsk
2021



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)

Главный редактор

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. РАН

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

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.
Васильев А. А., д-р с.-х. наук
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.

Butorin V. A., Dr. Sci. (Technical), Professor
Vasilyev A. A., Dr. Sci. (Agricultural)
Derkho M. A., Dr. Sci. (Biological), Professor
Gorshkov Yu. G., Dr. Sci. (Technical), Professor
Gritsenko A. V., Dr. Sci. (Technical)
Zezin 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
Mударисов 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
Trojanowskaja 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

- Зыбалов В. С., Денисов Ю. Н.**
Оценка состояния почв и методы повышения их плодородия в Челябинской области 315
- Логина А. М., Губин С. В., Гетц Г. В.**
Изучение гибридов кукурузы разных групп спелости в условиях южной лесостепи Омской области 326
- Николаева З. Р.**
Оценка показателей продуктивности коллекционных образцов мягкой яровой пшеницы в условиях Среднего Урала 332
- Панфилов А. Э., Шепелёв С. Д., Высоцкий Н. Ю.**
Зависимость количественных и качественных параметров урожайности кукурузы от продолжительности вегетационного периода гибридов в лесостепи Зауралья 337
- Шадрина Е. А.**
Оценка адаптивных характеристик сортов ярового ячменя в условиях Среднего Урала... 345

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Богданов А. В., Силков М. С., Ломачинский Н. В.**
Мощностной баланс пресс-сепаратора для производства мяса механической обвалки..... 351
- Богданов А. В., Шафиков Р. И., Ганенко С. В.**
Результаты экспериментальных исследований по сжатию-восстановлению мясного сырья..... 355
- Козлов А. Н., Житенко И. С., Латыпов Р. М.**
Исследование гибких мембран в системе 3D-модели 360
- Латыпов Р. М., Калимуллин М. Н., Мухамадиев Э. Г., Силков С. И.**
К обоснованию методики проведения экспериментальных исследований влияния параметров и режима работы дискового рабочего органа на качество проведения междурядной обработки..... 367

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

- Zybalov V. S., Denisov Yu. N.**
Assessing the state of soils and methods of increasing their fertility in Chelyabinsk region315
- Loginova A. M., Gubin S. V., Getz G. V.**
Studying the corn hybrids of different ripeness groups in the southern forest-steppe of Omsk region 326
- Nikolaeva Z. R.**
Evaluating the productivity indicators of collection samples of soft spring wheat in the climate of the Middle Urals 332
- Panfilov A. E., Shepelev S. D., Vysotsky N. Yu.**
Dependence of quantitative and qualitative parameters of corn productivity on the duration of the growing season of hybrids in the forest-steppe of the Trans-Urals..... 337
- Shadrina E. A.**
Assessing the adaptive characteristics of spring barley varieties in the conditions of the Middle Urals 345

TECHNICAL SCIENCES

- Bogdanov A. V., Silkov M. S., Lomachinsky N. V.**
Power balance of the press separator for mechanically deboned meat production..... 351
- Bogdanov A. V., Shafikov R. I., Ganenko S. V.**
Results of experimental studie on compression-reconstruction of raw meat 355
- Kozlov A. N., Zhitenko I. S., Latypov R. M.**
Studying the flexible membranes in a 3D model system..... 360
- Latypov R. M., Kalimullin M. N., Mukhamadiev E. G., Silkov S. I.**
Substantiating the procedure of experimental studies of the influence of the parameters and operating modes of a disk working body on the quality of inter-row processing 367

Торбеев И. Г., Лещенко Г. П., Лещенко Е. А. Технологическая схема выращивания гидропонного зеленого корма, повышающая эффективность выхода кормовой массы.....	376
Шепелёв С. Д., Кравченко Е. Н., Теличкина Н. А., Пятаев М. В., Красножон С. М. Технология прямого посева зерновых культур	380

Torbeev I. G., Leshchenko G. P., Leshchenko E. A. Technological scheme for growing hydroponic green fodder increasing the yield of fodder mass.....	376
Shepelev S. D., Kravchenko E. N., Telichkina N. A., Pyataev M. V., Krasnozhon S. M. Direct sowing technology for grain crops.....	380

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Безин А. Н., Волотко И. И., Иванов В. В., Циулина Е. П., Идрисова Р. Р. Использование хелатных соединений меди и цинка в комплексном лечении пододерматитов у высокопродуктивных коров	385
Гертман А. М., Самсонова Т. С., Юдина Н. А. Оценка эффективности лечения поросят при гастроэнтерите в условиях фермерского хозяйства	390
Кузнецов А. И., Смолякова Н. П., Лыкасова И. А., Гизатуллина Ф. Г., Мизhevикина А. С. Характеристика биохимических процессов и органолептических показателей созревания мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости.....	395
Кузнецов А. И., Смолякова Н. П., Мизhevикина А. С. Товароведная характеристика мяса свинины, полученной от животных, родившихся с разной степенью зрелости, при длительном хранении	402

VETERINARY SCIENCE

Bezin A. N., Volotko I. I., Ivanov V. V., Tsiulina E. P., Idrisova R. R. The use of chelated copper and zinc compounds in the complex treatment of pododermatitis in highly productive cows...	385
Gertman A. M., Samsonova T. S., Yudina N. A. Evaluating the effectiveness of treating the piglets with gastroenteritis in a farm.....	390
Kuznetsov A. I., Smolyakova N. P., Lykasova I. A., Gizatullina F. G., Mizhevikina A. S. Characteristics of biochemical processes and organoleptic indicators of meat maturation obtained from pigs born with different degrees of physiological maturity	395
Kuznetsov A. I., Smolyakova N. P., Mizhevikina A. S. Commodity characteristics of pork meat obtained from animals born with different degrees of maturity during long-term storage....	402

УДК 631.45(470.55)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. С. Зыбалов, Ю. Н. Денисов

Представлен агроэкологический анализ состояния почв в Челябинской области. Приводятся материалы исследования почв по содержанию гумуса, элементов питания и изменение реакции pH. Обсуждаются причины деградации почв в результате недостаточного внесения органических и минеральных удобрений, нарушения агротехнологий, высокой антропогенной нагрузки. Установлено, что загрязнение почв тяжелыми металлами и неэффективное использование минеральных удобрений привело к подкислению почв, что отрицательно влияет на урожайность сельхозкультур. Предлагаются методы повышения плодородия почв за счет использования ресурсов местного сырья, такие как глауконит, сапрпель, торф, мелиоранты и другие, а также расширение посевов сидератов и поликультур в структуре посевных площадей для повышения плодородия почв.

Ключевые слова: почвы, гумус, деградация, удобрения, глауконит, известкование, сидераты, поликультуры.

За последние годы в научной литературе много внимания уделяется продовольственной безопасности, под которой понимается обеспечение человека качественными продуктами питания в соответствии с его физиологическими потребностями при сохранении агроресурсного потенциала и прежде всего почв [1]. В настоящее время состояние земель России можно оценить как критическое, которое с усилением процессов деградации почвенного покрова представляет угрозу экологической, продовольственной, а значит и национальной безопасности. Процессы деградации земель проявляются во многих регионах, в том числе и в Челябинской области. На значительной территории протекают

процессы эрозии почв, деградации их физического комплекса, формируется дисбаланс элементов минерального питания и органического вещества. Почвы на значительной площади загрязнены промышленными отходами, радионуклидами, нарушено экологическое равновесие в агроэкосистемах. Это привело к высокой зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от погодных условий. Отсюда высокая энергозатратность и низкая конкурентоспособность нашего сельского хозяйства в условиях рыночной экономики. Экономические механизмы в сельском хозяйстве не смогут достаточно работать до тех пор, пока почвы не будут отвечать агроэкологическим требованиям.

Челябинская область постоянно наращивает производство основных продуктов питания и занимает по некоторым позициям ведущее место в России. В решении задач продовольственной безопасности центральная роль принадлежит сохранению и воспроизводству почвенного плодородия. При росте продукции растениеводства происходит значительный вынос питательных веществ. При недостаточной компенсации их почвы теряют плодородие и деградируют.

Плодородие почвы – интегральный показатель который включает многие параметры.

Наиболее плодородными считаются почвы с высоким гумусо-аккумулятивным горизонтом более 30 см, среднесуглинистого гранулометрического состава, наличием водопроходной структуры почвы, нейтральной или близко к нейтральной реакцией почвенного раствора рН [2].

К сожалению, большая часть почв Челябинской области не соответствует вышеуказанным показателям, что не позволяет увеличить продуктивность сельскохозяйственных культур и уменьшить зависимость урожайности от погодных условий по годам. Основными причинами низкого плодородия почв Челябинской области являются:

- недостаточное количество внесения органических и минеральных удобрений, мелиорантов;

- накопление в почвах токсических, канцерогенных веществ, тяжелых металлов, обменного натрия, соды, развития кислотности и вторичного засоления почв;

- частичное разрушение гумусового горизонта в результате водной эрозии и дефляции;

- потеря почвой зернисто-комковатой структуры в результате использования тяжелой техники и нарушения агротехнологий, что привело ее к распылению, коркообразованию, низкой водопроницаемости и другим негативным показателям;

- общее состояние почв в результате загрязнения токсичными веществами, высокой засоренности посевов и почв;

- развитие различных типов и видов деградации почв со снижением содержания гумуса и элементов минерального питания.

Не менее важной причиной стало нарушение или отсутствие севооборотов, что увеличивает вынос питательных веществ и приводит к дегумификации почв [3].

Поэтому агроэкологическая оценка и методы повышения плодородия почв являются важной задачей для Челябинской области, решение которой позволит в полной мере обеспечить продовольственную безопасность и решить многие социальные проблемы.

Экспериментальная часть

Обследование почв проводилось в различных районах Челябинской области, а также был проведен сравнительный анализ между V и VI турами агрохимического обследования по основным показателям почвенного плодородия, содержанию гумуса, подвижных форм фосфора, обменного калия, кальция, степени кислотности. Объектами исследования являлись преобладающие в почвенном покрове Челябинской области типы почв: черноземы, серые лесные, дерново-подзолистые и другие.

Образцы почвы для агрохимического анализа отбирались с глубины горизонтов 0–10 см и 10–20 см. Вес отобранных образцов составлял 0,5 кг. Отбор проб и подготовка их к анализам проводились по стандартной методике, согласно ГОСТ 17.4.4.02.-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Агрохимический анализ почв проводился в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский».

Определение рН водной вытяжки проводили по ГОСТ 26423-85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки» с использованием Ионмера «И-130».

Органическое вещество почвы (гумус) определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО, согласно ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества».

Определение подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного кальция (K_2O) производили по ГОСТ 26204-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО».

Содержание свинца, кадмия, меди и хрома в почвах определяли по стандартным методикам.

Измерения проводились с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра «Квант-2АТ». Математическая обработка данных проводилась стандартным методом вариационной статистики.



Результаты и обсуждения

Воспроизводство почвенного плодородия есть объективный закон почвообразования, присутствующий во всех формах проявления. При внедрении ресурсосберегающих технологий, которые широко внедряются в хозяйствах Челябинской области, важнейшая задача рационального использования почв – это обеспечение расширенного воспроизводства почвенного плодородия, т.е. одновременный рост как эффективного, так и потенциального плодородия. Оптимальные параметры почвы, которые должны быть достигнуты, – это такое сочетание количественных показателей, ее свойств, при котором могут быть максимально использованы все жизненно важные для растений факторы, наиболее полно реализованы потенциальные возможности выращиваемых культур и обеспечен наивысший урожай при его хорошем качестве [14].

В структуре сельскохозяйственных угодий Челябинской области по состоянию на 01.01.2021 г. пашня занимает 2936 тыс. га или 57%. В таблице 1 представлены основные типы почв Челябинской области.

Почвы Челябинской области в основном представлены черноземами, которые имеют высокий потенциал плодородия. Черноземы – наиболее плодородные почвы. Имея высокую буферную способность, черноземы обладают повышенной возможностью противостоять антропогенным нагрузкам, снижать отрицательное действие тяжелых металлов, пестицидов и других токсических веществ в почве [4].

Процесс почвообразования их происходит при оптимальных факторах в лесостепных и степных районах.

Эти условия определяются следующими факторами:

- высоким поступлением 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, нейтральная или близкая к нейтральной реакция почвенного раствора;
- умеренная биологическая активность.

В результате перечисленных условий образуется гуматный тип гумуса черноземов, преимущественное закрепление их в форме гуматов кальция, пониженное содержание фульвокислот.

Из перечисленных условий почвообразования видно, что черноземы Южного Урала имеют высокий природный потенциал плодородия, однако этот потенциал в сельскохозяйственном производстве недоиспользуется. В процессе длительного сельскохозяйственного использования во всех типах почв Челябинской области наблюдается устойчивая тенденция снижения почвенного плодородия: уменьшение содержания гумуса, элементов минерального питания, увеличения эрозионных процессов, ухудшения водно-физических свойств. Показатели плодородия весьма разнообразны

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

Наименование групп почв	Всего	Общая площадь, в том числе		Северная лесостепь	% (сев. лес.)
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

и объединены в четыре основные группы: агрофизические, агрохимические, физико-химические и биологические. Каждая группа содержит определенный набор показателей, тем или иным образом определяющих плодородие почв. В то же время группы тесно связаны между собой, что показывает единство и неразрывность всех факторов (рис. 1) [15].

За последние годы баланс питательных веществ в почвах Челябинской области отри-

цательный. Для поддержания положительного баланса питательных веществ годовая потребность в минеральных удобрениях составляет порядка 427 тыс. тонн в физическом весе или 166 тыс. тонн д. в. В 2020 году было внесено 19,3 тыс. тонн д. в. на площади 424 тыс. га, что составляет всего 22% посевной площади. Возможность хозяйств приобрести в 2021 году составляет в пределах 20,3 тыс. тонн, что позволит обеспечить по 10 кг д. в. на гектар по-

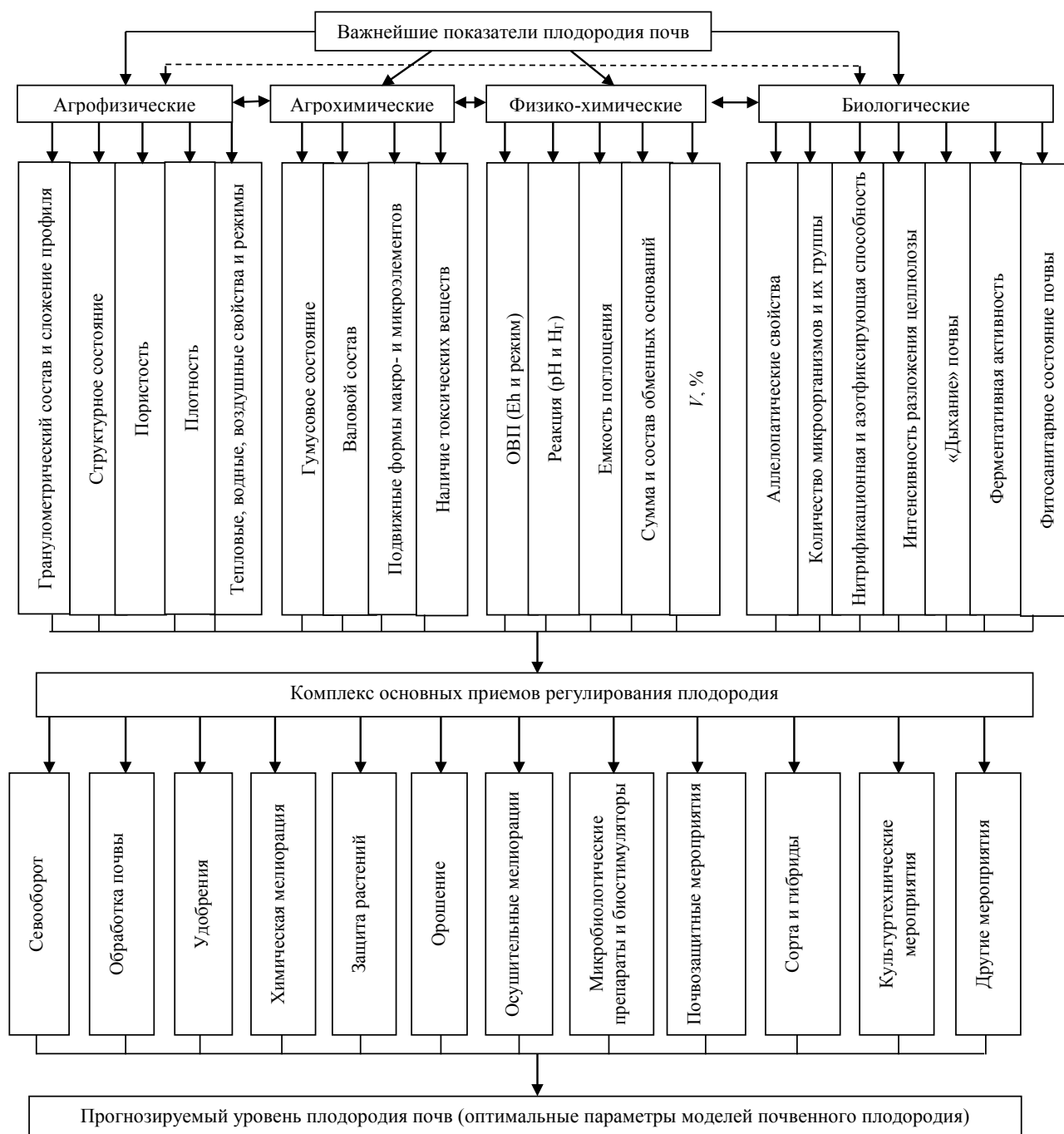


Рис. 1. Схема важнейших показателей плодородия почв и приемов его регулирования



севной площади при научной потребности 60 кг на га д. в.

Результаты обследования почв показывают, что основная доля пахотных земель (80%) имеют среднее, низкое и очень низкое содержание гумуса (рис. 2).

В 2020 году в сравнении с данными 2019 года сократилась площадь почв со средним содержанием гумуса с 64 до 49% и увеличилась с низким содержанием (с 23 до 41%). Почвы с очень высоким содержанием гумуса составляют всего 1% от общей площади и повышенным – 9%.

Наблюдается значительное увеличение почв с очень низким содержанием гумуса.

На диаграмме наглядно представлено ежегодное сокращение содержания гумуса в почвах. Полученные за 2019, 2020 годы значения

по шкале оценки содержания гумуса находятся в интервале 4,1–6,0% (среднее содержание гумуса), в 2020 году – 2,1–4,0% (низкое содержание гумуса). Как отмечалось выше, такое явление вызвано, прежде всего, недостаточным поступлением органического вещества в почву, высокой долей площади заброшенных земель и нарушением агротехнологий [5]. Изменение состава азота и фосфора в почвах за последние три года приведено в таблице 2.

Из приведенных данных видно, что как в пахотном слое, так и на целине относительно низкое содержание как гидролизованного азота, так и подвижного фосфора при высоком содержании валовых форм. Кроме того, в почвенном слое за период ротации снижается количество как валового азота и фосфора, так и гидролизованного азота и подвижного фосфора,

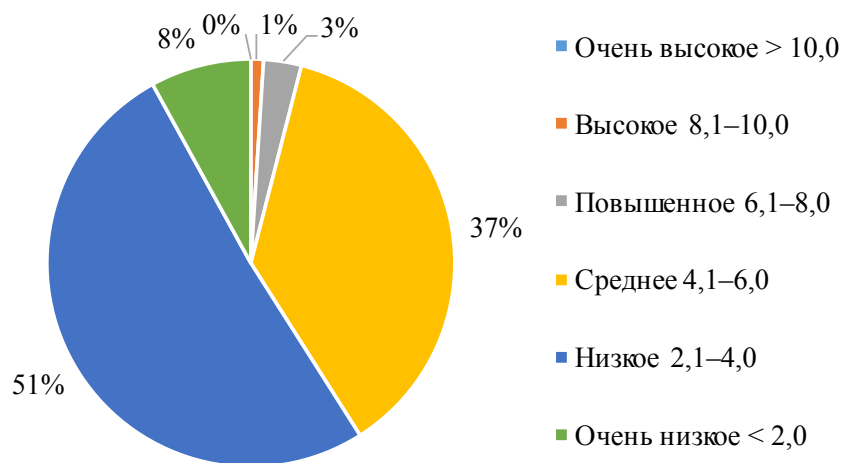


Рис. 2. Группировка почв по содержанию гумуса в 2020 году

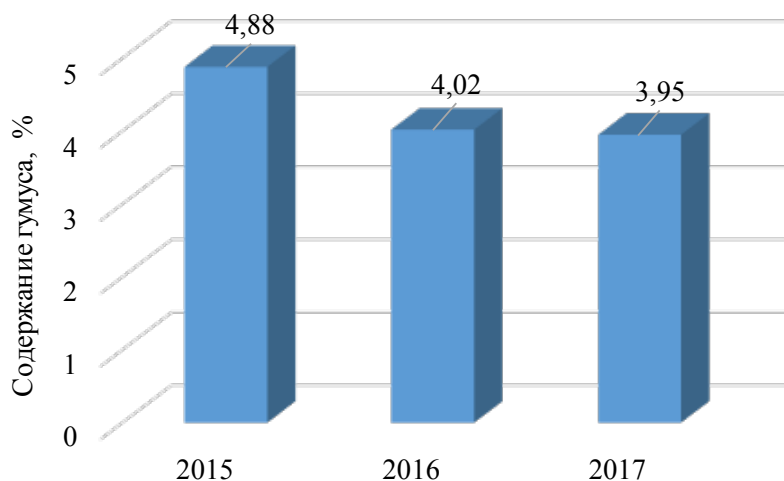


Рис. 3. Динамика содержания гумуса в почвах в 2018–2020 годах

количество азота и фосфора на целине снижается в большей степени, чем в пахотных почвах. Основными причинами такого распределения элементов в почвах являются не только недостаточное внесение в почвы удобрений и мелиорантов, но и высокое загрязнение почв тяжелыми металлами.

Тяжелые металлы оказывают существенное влияние на состояние и на состав питательных веществ в почвах, особенно на соединения подвижного фосфора и легкогидролизуемого азота, переводя их в нерастворимые состояния. Результаты мониторинга состояния пахотного слоя и целины почв стационарных пунктов агроклиматических зон за период ротации (П – пахотный слой, Ц – целина) приведены в таблице 3.

Практически все указанные тяжелые металлы поливалентны, многие их соединения хорошо растворимы в воде, они активно сорбируются биотой почв и образуют в почвенном растворе с удобрениями, мелиорантами и гумусовыми кислотами нерастворимые соединения. На состояние в почвенном растворе тяжелых металлов и характер их распределения в пахотных горизонтах оказывают влияние как гранулометрический, так и химический составы почв, состав и свойства органических соединений гумуса [6].

В связи с тем, что основная часть азота (80%) входит в состав гумусовых веществ в почве, то состояние азота в гумусе зависит от содержания в гумусе органических веществ

Таблица 2 – Изменение количества азота и фосфора в почвах стационарных пунктов мониторинга, мг/кг почвы

Наименование зон и состояние почвы		Содержание азота						Содержание фосфора					
		валового			гидролизуемого			валового			подвижного		
		1 тур	2 тур	±	1 тур	2 тур	±	1 тур	2 тур	±	1 тур	2 тур	±
Горно-лесная	Пашня	212	229	+17	10,0	8,3	-1,7	57,7	43,5	-14,2	4,4	1,0	-3,4
	Целина	236	199	-37	10,7	8,2	-2,5	170,1	141,0	-29,1	0,4	0,4	0,0
Северная лесостепь	Пашня	272	230	-42	11,7	8,8	-2,9	98,3	93,0	-5,3	5,5	6,0	+0,5
	Целина	268	218	-50	12,5	8,7	-3,8	85,0	80,0	-5,0	5,2	3,1	-2,1
Южная лесостепь	Пашня	293	242	-51	9,7	8,6	-1,1	134,0	109,0	-2,5	4,3	4,6	+0,3
	Целина	329	241	-88	9,6	8,6	-1,0	136,0	123,0	-13,0	2,9	4,3	+1,4
Степная зона	Пашня	249	236	-13	9,6	8,2	-1,4	123,0	111,0	-12,0	5,6	3,6	-2,0
	Целина	258	231	-27	9,6	8,5	-2,1	115,0	90,0	-25,0	2,3	2,2	-1,1
Средние показатели	Пашня	263	286	-27	10,4	8,5	-1,9	102,0	92,0	-10,0	4,3	4,1	-0,2
	Целина	266	229	-37	10,2	8,5	-2,3	119,0	105,0	-14,0	3,0	2,8	-0,5

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в почве стационарных пунктов мониторинга, мг/кг почвы

Наименование зоны		Cu	Zn	Ni	V	Co	Mn	Cr	Cd	Pb	Индекс опасности
Горно-лесная	П	19–29	34–39	56–90	24–30	16–50	370–757	33–50	0,1	13–20	3,0-4,5
	Ц	19–24	33–39	53–69	24–26	17–42	390–871	40–47	0,1	13–19	3,0-4,3
Северная лесостепь	П	8–18	17–30	16–58	13–26	6–16	238–468	15–53	0,1	3–16	1,2-2,9
	Ц	9–16	18–32	16–63	12–25	6–17	268–446	16–40	0,1	7–15	1,5-3,1
Южная лесостепь	П	18–21	29–43	32–64	21–28	10–40	325–610	19–36	0,9	16–24	2,9-3,7
	Ц	17–21	29–38	33–69	19–29	9–40	359–580	22–36	0,8	16–20	2,9-3,5
Степная	П	14–34	23–54	41–195	14–25	15–80	318–1098	26–60	0,2	15–34	2,5-7,5
	Ц	14–28	25–59	41–106	14–22	18–68	326–861	26–53	0,3	13–62	2,6-5,5
Средние показатели	П	8–38	17–54	16–195	13–30	6–80	318–1098	15–60	0,1–0,9	3–34	1,2-7,4
	Ц	9,28	18–59	16–106	12–29	6–68	268–861	16–53	0,1–0,8	13,32	1,5-5,2
ПДК		85	130	95	150	100	1500	90	3,0	32	–
Подвижные		2,3	4,0	–	5,0	–	–	6,0	–	–	–



и тяжелых металлов, а также кислотности почв. Основными продуктами, образуемыми при взаимодействии органической части гумуса с ионами тяжелых металлов, являются сложные соли, гуматы и фульваты тяжелых металлов, а также комплексные металлоорганические соединения. В образованных продуктах ионы металлов располагаются в анионной части молекул гумуса в составе карбоксильной и фенольной групп, замещая в них протоны.

В анионной части они прочно закреплены, а в функциональных группах способны к диссоциации. Фульвокислоты по сравнению с гуминовыми кислотами обладают более высокой способностью к комплексообразованию с ионами поливалентных металлов, а образующиеся продукты остаются наиболее подвижными и оказывают незначительное влияние на плодородие почв. Увеличение доли подвижных форм тяжелых металлов в гумусовоаккумулятивных горизонтах почв либо повышает количество диссоциированных соединений, связанных с функциональными группами гуминовых кислот, либо приводит к росту органических веществ фульвокислот [7].

Все это не только ухудшает качественный состав гумуса, но и снижает его количество в загрязненных тяжелыми металлами почвах, что в свою очередь приводит к снижению их плодородия. Тяжелые металлы также влияют на внесение фосфорных удобрений, уменьшая их действие, переводя в нерастворимые фосфаты, замещая водород.

Обследование почв 2016–2021 гг. Центром химизации и радиологии «Челябинский» на содержание фосфора показало, что на площади более 74% пашни его содержание низкое.

Восполнение фосфора можно достигнуть в основном за счет внесения органических и минеральных удобрений, а также снизить активность и подвижность тяжелых металлов и тем самым уменьшить подвижность фосфорных удобрений, сохранив их высокую растворимость в почвенном растворе.

Для повышения плодородия почв и снижения отрицательного влияния тяжелых металлов в Челябинской области следует в большей степени использовать местное сырье и отходы промышленного и сельскохозяйственного производства [8]. Увеличить долю бобовых многолетних трав, сидератов и поликультур в структуре посевных площадей. Так, в Кунашакском

районе имеются большие месторождения глауконита – природного сорбента, который обладает однотипными свойствами как цеолиты [9]. Его запасы составляют более 50 млн тонн. Химический состав по данным Уральского института минералогии характеризуется следующими показателями, %: SiO_2 – 52,9; Al_2O_3 – 11,8; Fe_2O_3 – 16,7; MgO – 4,3 ; CaO – 0,8; K_2O – 8,6; Na_2O – 0,1. Емкость катионного обмена концентрата глауконита изменяется от 390 до 550 мг-экв. Способность глауконита извлекать тяжелые металлы из растворов составляет % от исходного содержания: Pb – 99, Hg – 64, Co – 97, Cu – 96, Mn – 95, Cr – 92, Ni – 90, Zn – 90, Fe – 99 и т.д. [10]. Глауконит не является непосредственным источником элементов минерального питания, но он оказывает свое влияние на азотный и фосфорный режим почвы косвенно, активизируя биологические процессы по минерализации органического вещества почвы. В Ашинском районе Челябинской области имеется месторождение фосфоритов, запасы которого составляют 3604 тыс. тонн руды, содержащей 833 тыс. тонн пятиоксида фосфора, с содержанием фосфорной кислоты 26,2%, которые можно использовать для получения органоминеральных удобрений. Кроме того, в области имеются большие запасы торфа и сапропеля, которые при соответствующей подготовке могут применяться для повышения плодородия почв.

На повышение плодородия почв и продуктивность агроценозов большое влияние оказывают сидеральные культуры. Особенность зеленого удобрения заключается в том, что оно размещается непосредственно в поле. Современные адаптивно-ландшафтные системы земледелия предусматривают широкий спектр использования сидеральных культур в полях севооборота при условии сохранения посевных площадей под основными сельскохозяйственными культурами. Роль сидератов в мобилизации почвенного плодородия известна: накопление гумуса, перераспределение элементов питания по профилю почвы, активизация труднодоступных элементов питания, борьба с засолением, эрозией и др.

Сидераты обладают широко и глубоко развитой корневой системой, быстро набирают зеленую массу. Их скашивают и заделывают в почву либо оставляют на поверхности в качестве почвозащитного слоя, а оставшиеся в земле корни растений перегнивают, обогащая ее

органическими веществами и образуя разного размера канальцы.

Растения на зеленое удобрение эффективно подавляют сорные травы благодаря своей мощной надземной части, которая при сплошных посевах полностью укрывает почву от солнечных лучей, а развитая корневая система не дает сорнякам прорасти или нормально развиваться. Кроме того, корневая система сидератов хорошо разрыхляет почву и подпочву, а после отмирания корней создает пористую структуру почвы, улучшая аэрацию, водопроницаемость и водоудерживающую способность.

Глубокие и развитые корни сидератов перемещают питательные вещества из глубины в верхние слои почвы, где в основном и питаются выращиваемые сельскохозяйственные культуры. Помимо этого, сидераты создают благоприятные условия для полезных обитателей земельных участков. Микроорганизмам, дождевым червям и мелким насекомым корни выделяют необходимые вещества, надземная часть растений создает затенение (влаги и прохлады), а после скашивания и внесения в почву зеленой массы получают отличные свойства для будущих культурных растений.

Молодые сидераты при разложении выделяют большое количество азота, быстро разлагаются. Взрослые сидераты с жестким стеблем образуют углеродные соединения, потребляют азот и разлагаются намного дольше, поэтому желательно не допускать огрубения культур и убирать их при наборе достаточной зеленой массы.

При выборе культуры на зеленое удобрение наибольшее предпочтение отдается растениям из семейства бобовых. В бобовых содержится большое количество азота, который об-

разуется за счет клубеньков бактерий растений в результате поглощения азота из атмосферы азотфиксирующими бактериями и превращается в легкоусвояемые формы. Заделанные в почву бобовые сидераты равноценны по своему составу свежему навозу.

Исследованиями установлено, что эффект в результате заделки зеленой массы донника, эспарцета или рапса в почву как сидерата может быть приравнен к такому при внесении хорошо приготовленного навоза. При урожайности зеленой массы 173–180 ц/га в почву поступает от 40 до 60 ц/га воздушно-сухих растительных остатков, а сомкнутый травостой данных культур защищает ее от эрозии.

Влияние на накопление биомассы и удобрительная ценность сидеральных культур (в среднем за четыре года) приведено в таблице 4.

По сумме питательных веществ, аккумулированных в биомассе, сидеральные культуры располагаются в следующей последовательности: донник желтый – эспарцет – рапс – многолетняя озимая рожь – горохоовсяная смесь. Установлено, что даже при лимитирующем факторе по влаге в южной лесостепной зоне Челябинской области можно выращивать сидеральные культуры и обогащать почву органическим веществом. Так, например, выход продукции с 1 га пашни в различных звеньях севооборота за три года составил, К.ед.: эспарцет – 78,4, в том числе зеленой массы 23,7; донник – 86,6, в том числе зеленой массы 28,4; мн. оз. рожь 74,2, в том числе зеленой массы 24,4; горохоовсяная смесь 62,2, в том числе зеленой массы 14; рапс 70,8, в том числе зеленой массы 20,0. Полученная на опытных участках более высокая урожайность зеленой массы многолетних

Таблица 4 – Накопление биомассы и накопление питательных веществ сидеральными культурами, кг/га

Варианты посева	Накопление биомассы, т/га			Аккумулировано питательных веществ, кг/га				Эквивалент навозу, т
	зел. масса	корн. остат.	всего	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	всего	
Эспарцет	13,5	3,2	16,7	96	21	42	159	25
Донник	16,5	3,8	20,3	103	36	51	190	35
Мн. озимая рожь	17,6	3,8	21,4	51	14	63	128	28
Горохоовсяная смесь	11,0	5,1	16,1	60	22	38	130	27
Рапс	17,7	6,1	23,8	83	35	53	171	37



культур объясняется более мощной корневой системой указанных сидеральных культур. В связи с этим они лучше используют влагу, начиная с ранневесеннего периода и способны наращивать большую по сравнению с однолетними культурами вегетативную массу [11].

В опытах Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства установлено, что использование ярового рапса в качестве сидерата обеспечивало прибавку урожая картофеля на 2,3 т/га (6,9%), а крахмалистость клубней повышалась на 0,7% по сравнению с чистым паром [12].

Наилучший период для заделки культуры на зеленое удобрение – фаза цветения. Кроме того, большое практическое значение при оценке сидеральных культур имеет их возможность использовать как для получения кормовых продуктов, так и для заправки на удобрение. Результаты исследований показали: лучшими свойствами к отрастанию обладает донник желтый и многолетняя озимая рожь. При комплексном использовании сидеральных культур поступление органической массы происходит за счет отавы, пожнивных и корневых остатков, при этом доля второй части в общей массе органического вещества, поступающего в почву, увеличивается. Комплексное использование сидеральных культур повышает продуктивность севооборота. При использовании многолетних трав и однолетних культур на кормовые цели выход кормовых единиц за ротацию севооборота превосходит звено с чистым паром на 17–25%.

Важным условием для повышения плодородия почв являются поликультуры. Поликультуры (синоним – смешанные посевы) – совместное выращивание нескольких видов культурных растений. Преимуществом поликультур является возможность сформировать сообщество растений, дифференцированное по экологическим нишам – по способу питания, ритму цветения, расположению корневой системы, судя по большинству работ, опубликованных за последние годы, значительное внимание уделяется совместному возделыванию злаковых и бобовых культур. При современных посевах двух или нескольких специально подобранных культур полнее используется площадь питания растений, повышается коэффициент использования лучистой энергии без заметного отрицательного влияния одних растений на другие,

что повышает устойчивость агроценозов к техногенным и природным факторам, обеспечивает накопление большего количества органического вещества в почве.

Синергический эффект поликультур достигается за счет дифференциации экологических ниш, позволяющей одновременно повысить использование ресурсов и «закрыть» агроценоз для массового развития сорных растений. Повышение продуктивного биологического разнообразия агроценоза позволяет также уменьшить вероятность массового развития сорных растений. Посредниками в управлении функцией агроценозов являются культурные растения, продуктивное биоразнообразие или агробиоразнообразие и ресурсное биоразнообразие – почвенная биота, насекомые-энтомофаги и опылители. Повышение потенциала продуктивного биоразнообразия достигается путем выбора состава возделывания культур на адаптивной основе и экологически эффективных вариантов их возделывания – сбалансированные севообороты, поликультуры.

Поликультуры позволяют значительно повысить эффективность использования биоклиматического потенциала и адаптивности агроценоза, измеряемую коэффициентом энергетической эффективности (К.Э.).

Насыщенность севооборотов бобовыми, промежуточными посевами, поликультурами и сидератами положительно влияет на накопления органического вещества, ассоциативную биологическую азотфиксацию, оказывает благоприятное воздействие на агрохимические и агрофизические показатели почвенного плодородия.

На уровень почвенного плодородия существенное влияние оказывает реакция почвенного раствора pH. По данным Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский», на территории области наблюдаются процессы закисления земель сельскохозяйственного назначения (с реакцией pH ниже 5,6 выявлено на площади 876 тыс. га, что составляет 46% от посевной площади, более 140 тыс. из них сильные и среднекислые). В 2019 году известкование было проведено на площади 3005 га, в 2020 г. на площади 4417 га. В 2021 году планируется провести известкование на площади 4000 га кислых почв. Плановые показатели по известкованию составляют на 2021 и 2022 год по 58 тыс. га (рис. 4).

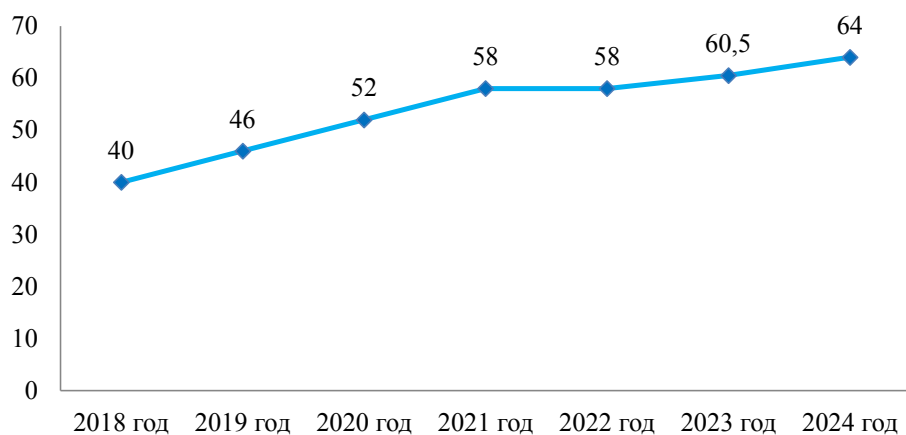


Рис. 4. Плановая потребность в известковании, тыс. га

Известкование кислых почв является одним из основных средств повышения плодородия почв и роста сельскохозяйственного производства. В Челябинской области имеется большой ассортимент материалов для известкования. Так, балансом учтено двенадцать месторождений флюсовых известняков с запасами более одного миллиона тонн и четыре месторождения доломита с балансовыми запасами в количестве 192 тыс. тонн, которые можно использовать для известкования, однако они пока не внесены в каталог разрешенных. Нужны дополнительные исследования и разрешение соответствующих органов по их применению. В настоящее время в качестве разрешенных внесенных в каталог для известкования запланировано применение только агрохимиката Белит марки Б-1 и Б-2 производства акционерного общества «Челябинский электрометаллургический комбинат» (АО «ЧЭМК») [13].

Выводы

Природный потенциал почв Челябинской области без внесения удобрений в среднем может обеспечить урожайность зерновых на уровне 14 ц/га при количестве осадков не менее 400–450 мм.

В настоящее время баланс органического вещества и элементов минерального питания в почвах Челябинской области отрицательный. Для роста производства продукции растениеводства необходимо увеличить внесение органических и минеральных удобрений в два-три раза.

Для более эффективного использования минеральных удобрений и снижения отрицатель-

ного действия тяжелых металлов необходимо увеличить площадь известкования кислых почв.

Использование местного сырья и отходов промышленного и сельскохозяйственного производства в качестве удобрений и мелиорантов позволит значительно сократить издержки на их покупку и повысить почвенное плодородие.

Увеличение доли бобовых многолетних трав, поликультур и сидератов в структуре посевных площадей значительно повысит поступление органического вещества и биологического азота в почвы Челябинской области.

Список литературы

1. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Популярный экологический словарь. М. : Устойчивый мир, 1999. 300 с.
2. Козаченко А. П. Состояние почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Челябинск : ЧГАУ, 1997. 267 с.
3. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области : монография / В. С Зыбалов [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 265 с.
4. Денисов Ю. Н. Оценка состояния плодородия почв Челябинской области // Агрохимический вестник. 2015. № 2. С. 2–5.
5. Kopchenov A. A., Zybalov V. S. Interrelation of rotating agricultural lands with output indicators // Ecological Agriculture and Sustainable Development Editors: Prof. Dr Litovchenko Viktor Grigorievich, rector of South Ural State Agrarian



University; Prof. Dr Mirjana Radovic Markovic, South Ural State University. 2019. P. 325–333.

6. Орлов Д. С. Гуминовые вещества в биосфере // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 2. С. 56–63.

7. Зыбалов В. С., Добровольский И. П. Пути повышения плодородия почв Южного Урала // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 64. С. 102–115.

8. Добровольский И. П., Плохих Н. А. Технологии переработки отходов : учеб. пособие. Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2005. 219 с.

9. Челищев Н. Ф., Бернштейн Б. Г., Володин В. И. Цеолиты – новый тип минерального сырья. М. : Недра, 1987. 169 с.

10. Зыбалов В. С., Попкова М. А. Влияние тяжелых металлов на агрохимические показатели почв Южного Урала // Вестник Южно-Уральского гос. университета. 2018. Сер. : Химия. Т. 10. № 2. С. 33–39.

11. Управление плодородием почв Челябинской области : монография / В. С. Зыбалов [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. 194 с.

12. Васильев А. А., Зыбалов В. С., Горбунов А. К. Влияние сидеральных культур и биостимуляторов на урожайность и качество клубней картофеля в лесостепи Южного Урала // Сельскохозяйственные науки – агропромышленному комплексу России : матер. Междунар. науч.-практ. конференции. Челябинск, 2017. С. 6–15.

13. Денисов Ю. Н., Зыбалов В. С. Агроэкологическая оценка и возможности использования глауконита и отходов производства для повышения плодородия почв Челябинской области // Агрохимический вестник. 2020. № 6. С. 7–11.

14. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. М. : Колос, 1996. 559 с.

15. Козаченко А. П. Состояние почв и почвенного покрова Челябинской области по результатам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Челябинск, 1997. 107 с.

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

E-mail: Zybalov74@mail.ru.

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

E-mail: agrohim_74_1@mail.ru.

* * *

УДК 633.15:631.52(571.13)

ИЗУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. М. Логинова, С. В. Губин, Г. В. Гетц

Исследования проводились в Сибирском филиале ВНИИ кукурузы г. Омск в 2018–2020 гг. в различных погодных условиях: лимитированных по тепло- и влагообеспечению и близким к оптимальным. В статье приведены результаты анализа суммы активных температур выше 10 °С, для прохождения межфазного периода «всходы – цветение початка» и наступления физиологической спелости зерна гибридов кукурузы разных групп ФАО в условиях южной лесостепи Омской области. Выделены гибриды, показавшие стабильно высокий урожай зерна с низкой уборочной влажностью: Северина (ФАО140), Сибирский 135, Уральский 150 (ФАО150).

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, ФАО, сумма активных температур, физиологическая спелость зерна, вегетационный период.

Возделывание кукурузы на зерно в основном концентрируется в южных регионах, но благодаря развитию селекции раннеспелых гибридов оно стало возможно и в районах с относительно коротким безморозным периодом и неустойчивым температурным режимом. Значительное расширение площади зерновой кукурузы в северных районах с ограниченным периодом вегетации потребовало создания и внедрения в аграрное производство новых раннеспелых гибридов универсального и зернового направления. Такие гибриды должны хорошо адаптироваться к агроклиматическим условиям возделывания. Важным критерием для оценки пригодности климата местности для возделывания

кукурузы на зерно и качественный силос является сумма среднесуточных активных температур за период с мая по сентябрь [1].

Южная лесостепь Омской области характеризуется хорошей теплообеспеченностью и удовлетворительным увлажнением. Среднеголетнее значение суммы активных температур выше 10 °С накапливается в южной лесостепи Омской области в период с 24 мая по 20 сентября и составляет в среднем 1980–2100 °С, среднеголетняя сумма осадков – 240–290 мм. На начало активной вегетации запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в среднем составляют 120–150 мм, или 75–90% наименьшей полевой влагоемкости (НПВ), в среднем гидротерми-



ческий коэффициент (ГТК) равен 1,0–1,1, но в 1–3 года из 10 лет может быть 0,8–0,7 [2].

На рост и развитие кукурузы влияют главным образом температурный режим и влагообеспеченность. Биологически активной для кукурузы считается температура выше 10 °С [3, 4]. Период накопления суммы активных температур ограничен датами появления всходов и прекращения вегетации растений. Более точную характеристику по вегетационному периоду дает величина суммы активных среднесуточных температур воздуха выше 10 °С, необходимая для прохождения растениями кукурузы межфазных периодов, в частности «всходы – цветение початка», когда наиболее резко выявляются различия между гибридами. Продолжительность межфазного периода «всходы – цветение початка» существенно меняется в годы с резко выраженными колебаниями среднесуточных температур, особенно в первой половине вегетации. Для характеристики скороспелости гибридов кукурузы необходимо использовать такие показатели, как: продолжительность межфазного периода «всходы – цветение початка», сумма активных температур выше 10 °С, необходимая растениям для прохождения этого периода [5]. Физиологическая спелость зерна отмечается при достижении восковой и полной спелости и содержании сухого вещества не менее 60%. Однако эта фаза наступает у различных гибридов при разной влажности зерна, поэтому дополнительно необходимо определять этот показатель при уборке [6]. Многочисленными исследованиями подтверждено, что 50% от суммы активных температур, необходимой растениям кукурузы для достижения физиологической спелости, потребляется от всходов до цветения початков, остальные 50% – после наступления фазы «цветение початка» [6, 7].

Материалы и методика исследований

Цель исследования – определить сумму активных температур выше 10 °С, необходимую для наступления фазы «цветение початка» и физиологической спелости зерна для гибридов кукурузы разных групп ФАО и выделить наиболее оптимальные гибриды для возделывания на зерно и силос высокого качества в условиях южной лесостепи Омской области. Исследования проводились с 2018-го по 2020 гг. Объектом исследования были 10 раннеспелых гибридов – ФАО 140–180 и 3 среднеранних ги-

брида ФАО 210–250. Площадь делянок 19,8 м². Способ посева пунктирный 70×35 см. Густота стояния растений 55–56 тыс./раст. га. Фенологические наблюдения, измерения и учеты проводились согласно методике ВИР. Уборку питомников проводили вручную, с отбором проб для определения урожайности и влажности зерна. Урожай зерна определялся в пересчете на стандартную 14%-ю влажность [8].

Условия проведения исследований

Погодные условия в период проведения опыта значительно отличались по годам. Наиболее стрессовым был 2018 г., очень холодными были май и сентябрь. Средняя температура мая была ниже климатической нормы на 4,8 °С, осадков выпало более чем две нормы. Средняя температура летних месяцев была около нормы, но более теплой были первая и вторая декада июля. Среднесуточная температура воздуха всего периода вегетации была ниже климатической нормы на 1,0 °С и составила 14,5 °С. Осадков выпало 264 мм – 109% от нормы. 2019 г. характеризовался прохладной и дождливой погодой в июне, недобор по средней температуре составил 2,5 °С, что значительно повлияло на продолжительность периода «всходы – цветение початка». Всего осадков выпало около климатической нормы. Среднесуточная температура воздуха за период май – сентябрь была на уровне среднемноголетней, и составила 15,4 °С. 2020 год по температурному режиму был самым благоприятным для роста и развития кукурузы. Средняя температура воздуха всего периода вегетации превысила среднемноголетнее значение на 2,0 °С и составила 17,4 °С, но осадков выпало 70% от нормы. Особенно сухим был июль – всего 13 мм. В августе и сентябре осадков было около нормы, что в сочетании с благоприятным температурным режимом положительно повлияло на созревание зерна. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май–сентябрь в 2018 г. равнялся 1,1, в 2019 – 1,0, в 2020 – 0,7. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были во все годы выше среднемноголетних: в 2019 году на 51 мм и на 38–32 мм в 2018 и 2020 гг. [9]. Анализ сложившихся условий 2018–2020 гг. показал, что 2019 год был близок к среднемноголетним значениям и по средней температуре воздуха, и по количеству осадков за период май–сентябрь, за исключением июня. В 2018 году наблюдался недостаток тепла, а в 2020 г. – осадков.

Результаты исследований

Посев гибридов всех групп ФАО был проведен в 2018 году 22 мая, в 2019 – 17 мая и в 2020-м – 15 мая. Различающиеся по годам погодные условия в послепосевной период повлияли на появление всходов. Всходы появились в 2018 году 7 июня, в 2019-м – 2 июня, в 2020-м – 24 мая, на 15, 16 и 9 день после посева соответственно по годам. Наступление фазы «цветение – початков» 50% у всех изучаемых гибридов кукурузы в 2018–2019 гг. проходило с 27 июля по 10 августа, в 2020 году цветение проходило раньше на 2 недели 13–24 июля. Уборка проводилась в 2018–2019 гг. – 23 сентября, в 2020 г. – 20 сентября.

Среднесуточная температура воздуха за период «всходы – цветение початков» 50% початков в годы изучения варьировала незначительно. В 2018 г. – 18,6–19,0 °С, в 2019 – 17,9–18,3 °С, в 2020 – 17,6–18,0 °С, но следует отметить, что в 2018 году она была несколько выше, чем в 2019–2020 гг. Количество выпавших осадков за этот период в 2018–2019 гг.

составило 102 и 107 мм, менее всего было в 2020 году – 56 мм. ГТК за период «всходы – цветение початков» в 2018 и 2019 гг. составил 0,86 и 0,85, а в 2020 всего – 0,5. Продолжительность периода «всходы – цветение початка» по годам у изучаемых гибридов ФАО (140–150) в среднем составил 52–56 дней, ФАО (170–180) 57–59 и ФАО (210–250) 61–65 дней (табл. 1). Разница по длине периода «всходы – цветение початка» для гибридов всех групп ФАО в 2018 г. и 2020 годах составила 1–3 дня, в 2019 г. этот период был длиннее на 5–6 дней.

Сумма активных температур за период «всходы-цветение початка» для всех гибридов различалась по годам. Следует отметить, что наибольшая сумма активных температур для прохождения фазы цветения початка всех гибридов потребовалась в 2019 г. – 1260 °С, менее всего в 2020 г. – 1130 °С. Внутри группы гибридов ФАО (140–150) наблюдается различие в сумме активных температур, необходимых для цветения, как по годам, так и по гибридам. Так, для наступления цветения гибриду Сибирский

Таблица 1 – Продолжительность периода «всходы-цветение початка» и сумма активных температур, необходимая для цветения початков и наступления физиологической спелости зерна за 2018–2020 гг.

Гибриды	Продолжительность периода «всходы – цветение початков», 50% дней				Сумма активных температур > 10 °С				Физиологическая спелость
					За период «всходы – цветение початка» 50% дней				
Годы	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее	
ФАО 140–150									
Северина	52	57	52	54	990	1017	926	978	1956
Сибирский 135	50	56	50	52	950	996	880	942	1884
Уральский 150	53	58	53	55	1009	1041	949	1007	2014
НУР	53	58	53	55	1009	1041	949	1000	2000
Берга	54	60	54	56	1022	1083	972	1026	2052
ФАО 170–180									
Катерина СВ	56	61	54	57	1055	1107	972	1045	2090
Машук 171МВ	56	61	55	57	1055	1107	998	1053	2106
Прохладненский 175СВ	55	61	54	57	1037	1107	972	1039	2078
Байкал	57	62	56	58	1071	1129	1025	1075	2150
Машук 185МВ	58	64	55	59	1087	1164	998	1083	2166
ФАО 210–250									
Ньютон	60	65	58	61	1117	1183	1050	1117	2234
Машук 220МВ	62	67	60	63	1152	1228	1091	1157	2314
Машук 250СВ	63	69	62	65	1173	1260	1130	1188	2374
Сумма активных температур выше 10 °С (всходы – уборка)					1975	2165	2460		



135 (ФАО 150) в 2018 году потребовалось – 950 °С, в 2019 – 996 °С, а в 2020-м – всего 880 °С. Гибриду Берта (ФАО 150), в 2018 году – 1022 °С, в 2019 – 1083 °С и в 2020 – 972 °С. Различие между максимальным и минимальным значением между годами 116–111 °С, а между гибридами 72–92 °С. Длина периода «всходы – цветение початка» у всех гибридов ФАО (140–150) в 2018 и 2020 гг. была одинаковой. Тем не менее, разница между годами в сумме активных температур – 50–70 °С. Гибриды ФАО (170–180) также по близки по цветению початков, но различие между годами по сумме температур 104–166 °С. Гибридам Катерина СВ, Прохладненский 175СВ, Машук 171МВ (ФАО 170), для прохождения фазы цветения в 2019 г. потребовалось 1107 °С, а в 2020 г. – 972–998 °С. Гибридам ФАО (210–250) была необходима сумма активных температур в 2019 г. – 1183–1260 °С, а в 2020 – 1050–1130 °С. Различие между максимальным и минимальным значением между годами составляет 137–130 °С. В этой группе меньшая сумма активных температур для прохождения цветения потребовалась гибриду Ньютон (ФАО 210) – в 2018 г. – 1117 °С, в 2019 – 1183 °С, и в 2020 – 1050 °С. Таким образом, сумма активных температур

за период «всходы – цветение початка» может изменяться в зависимости от создавшихся климатических условий внутри одной группы гибридов ФАО. Удвоив значение суммы активных температур, необходимой для достижения фазы «цветение початка», можно определить сумму температур для наступления физиологической спелости зерна для каждого гибрида при среднемноголетних значениях температуры воздуха. Анализ показал, что для достижения физиологической спелости зерна гибридам ФАО 140–180 в среднем требуется 1884–2166 °С, что практически соответствует сумме активных средних температур выше 10 °С для южной лесостепи Омской области. Гибридам средней группы ФАО 210–250 для созревания в наших условиях необходимо 2200–2400 °С. Такие благоприятные годы по теплообеспечению могут повториться 1–2 года из 10 лет. В годы, близкие к среднемноголетним значениям, они достигают только молочно-восковой и в лучшем случае ранней восковой спелости [10]. Важным условием адаптивности гибридов является их экологическая стабильность – способность незначительно снижать урожай при ухудшении условий выращивания [11, 12, 13, 14]. Сравнение урожайности гибридов в условиях,

Таблица 2 – Урожай зерна, уборочная влажность и селекционный индекс раннеспелых и среднеранних гибридов за 2018–2020 гг.

Гибрид	Урожай зерна 14% влажности, т/га				Уборочная влажность зерна, %				Селекционный индекс
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее	
ФАО 140–150									
Северина	6,4	5,8	6,2	6,1	38,0	36,6	25,5	33,4	1,83
Сибирский 135	6,4	6,1	6,6	6,4	37,0	34,3	23,2	31,5	2,03
Уральский 150	6,0	5,8	5,9	5,9	38,6	36,9	23,8	33,1	1,78
НУР	5,9	5,5	5,7	5,7	38,3	35,3	25,5	33,0	1,73
Берта	5,6	5,7	5,9	5,7	38,7	37,0	27,6	34,3	1,66
ФАО 170–180									
Катерина СВ	5,6	5,7	5,9	5,8	39,3	37,5	24,0	33,6	1,72
Машук 171МВ	5,9	5,5	6,8	6,0	39,0	38,1	28,0	35,0	1,73
Прохладненский 175СВ	6,2	5,7	6,1	6,0	38,0	37,3	28,0	34,4	1,75
Байкал	6,0	5,8	6,1	6,0	39,2	37,9	27,4	34,8	1,72
Машук 185МВ	5,1	5,5	6,9	5,8	39,9	39,0	28,2	35,7	1,57
ФАО 210–250									
Ньютон	4,1	4,1	6,9	5,0	40,8	40,1	28,8	36,6	1,37
Машук 220МВ	–	3,2	6,2	4,7	42,8	41,0	29,4	37,7	1,25
Машук 250СВ	–	2,8	6,1	4,4	44,9	43,3	30,2	39,5	1,11

близких к среднеголетним климатическим значениям и лимитированных по тепло- и влагообеспеченности, позволяет выделить гибриды для выращивания в южной лесостепи Омской области, сочетающие стабильный урожай и низкую уборочную влажность зерна. Анализ урожайности гибридов групп ФАО 140–180 и ФАО 210–250 показал, что в 2020 году при недостатке влаги, но достаточном количестве тепла урожай зерна гибридов был выше, чем в 2018–2019 гг. (табл. 2). Следует отметить, что гибриды ФАО 140–150 характеризуются более стабильным урожаем зерна во все годы изучения. В группе ФАО 170–180 более стабильны по урожаю гибриды: Прохладненский 175СВ, Катерина СВ и Байкал (ФАО 170). Гибриды ФАО 210–250 в 2020 году достигли восковой спелости и дали высокий урожай зерна, в среднем выше на 2,0–3,3 т/га, чем в 2018–2019 гг., которые характеризовались достаточным количеством влаги, но недостаточным количеством тепла для их созревания. Это говорит о том, что потенциал урожайности среднеранних гибридов достаточно высок, но данная особенность проявляется лишь в благоприятных условиях выращивания.

Оценка по селекционному индексу позволяет выделить раннеспелые гибриды, с высокой урожайностью и низкой уборочной влажностью зерна. Лучшие гибриды по данному показателю в группе ФАО 140–150: Сибирский 135 (ФАО 150), Северина (ФАО 140) и Уральский 150 (ФАО 150). В группе ФАО 170–180: Прохладненский 175СВ, Машук 171МВ, Байкал, Катерина (все ФАО 170).

Заключение

В условиях южной лесостепи Омской области раннеспелые гибриды (ФАО 140–150) могут гарантированно достигать физиологической спелости и пригодны как для стабильного производства фуражного зерна с уборочной влажностью 31–34%, так и для силоса высокого качества и корнажа. Гибриды ФАО 170–180 только в годы с недобором тепла (1–3 года из 10 лет) могут не достичь восковой спелости зерна, эти гибриды более пригодны для возделывания на силос и на корнаж. Гибриды ФАО 210–250 достигают в наших условиях только молочно-восковой спелости зерна. Такие гибриды в условиях южной лесостепи Омской области можно использовать для возделывания на силос.

Список литературы

1. Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование) / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. М. : ИД ООО«DLV АГРОДЕЛО», 2010. С. 50–51.
2. Кошелев Б. С. Совершенствование размещения и специализации сельского хозяйства в Западной Сибири : монография. Омск : Изд-во ОмГАУ, 2002. С. 38–46.
3. Сумма эффективных температур в период всходы-цветение родительских форм гибридов кукурузы в различных условиях выращивания / В. С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. 2012. № 1. С. 15–18.
4. Сумма эффективных температур и количество дней за период всходы-цветение початков у родительских форм гибридов кукурузы в зависимости от условий выращивания / В. С. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. 2017. № 2. С. 9–13.
5. Сравнительная оценка хозяйственно-ценных признаков раннеспелых гибридов кукурузы в условиях лимитированных климатических ресурсов в омской области / В. С. Ильин, А. М. Логинова, С. В. Губин, Г. В. Гетц // Успехи современного естествознания. 2016. № 8. Режим доступа : <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36083>.
6. Губин С. В., Гетц Г. В., Логинова А. М. Создание раннеспелых гибридов кукурузы с учетом климатического потенциала Омской области // Кукуруза и сорго. 2020. № 2. С. 3–9. DOI:10.25715/b4484-6315-4503-j.
7. Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы / под ред. П. Н. Рыбалкина [и др.]. Майкоп : РИПО «Адыгея», 1999. 374 с.
8. Изучение и поддержание образцов селекции кукурузы : метод. указания / под ред. д-ра с.-х. наук, проф. Шмараева. Л. : ВИР, 1985. 50 с.
9. Погода и климат. Режим доступа : <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>. Дата обращения: 25.12.2020.
10. Кукуруза в Сибири / Н. И. Кашеваров [и др.] ; под общ. ред. Н. И. Кашеварова. Новосибирск, 2004. С. 48, 118, 342.
11. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Методика выделения скороспелых гибридов кукурузы для северных регионов России // Селекция. Семеноводство. Технология возделывания кукурузы : матер. нуч.-практ. конф., посвящ. 25-летию ВНИИ кукурузы. Пятигорск : Кавказская здравница, 2012. С. 38–44.



12. Изучение экспериментальных ранне-спелых гибридов кукурузы в различных условиях выращивания / Ю. В. Сотченко [и др.] // Кукуруза и сорго. 2019. № 1. С. 24–29. DOI: 10.25715/KS.2019.1.26880.

13. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы как функция географических пунктов, сроков посева и длительности хранения семян

/ В. С. Сотченко [и др.] // АПК России. 2016. Т. 23. № 3. С. 687–694.

14. Панфилов А. Э., Иванова Е. С. Динамика влажности зерна кукурузы в связи с гидротермическими условиями // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. 2008. № 1. С. 87.

Логинова Антонина Михайловна, директор, Сибирский филиал ФГБНУ «ВНИИ кукурузы», г. Омск.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Губин Сергей Валерьевич, научный сотрудник, Сибирский филиал ФГБНУ «ВНИИ кукурузы», г. Омск.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Гетц Галина Васильевна, научный сотрудник, Сибирский филиал ФГБНУ «ВНИИ кукурузы», г. Омск.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

* * *

УДК 633.11”321”:631.559(470.54)

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

З. Р. Николаева

Представлены результаты исследования, проведенного в 2017–2019 гг. в Красноуфимском селекционном центре (Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН). В результате изучения 300 коллекционных образцов мягкой яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения выделены наиболее продуктивные генотипы разных групп спелости – раннеспелые, среднеранние и среднеспелые для использования их в селекции на высокую урожайность.

Ключевые слова: яровая пшеница, коллекция, сорт, стабильность, адаптивность, селекционная ценность генотипа.

Яровая пшеница – важнейшая продовольственная и фуражная культура. Изучение коллекции проводится с целью выявления основных закономерностей формирования хозяйственно-ценных признаков у сортов разных групп спелости [1, 2]. Важная задача селекции – создание сортов с высокой реализацией потенциальных возможностей в широком спектре почвенно-климатических условий [3]. Сорта яровой пшеницы различного эколого-географического происхождения характеризуются разнообразной выраженностью элементов продуктивности, что позволяет оценить взаимосвязь этих признаков [4]. Оценка параметров адаптивной способности и стабильности сортов

в коллекции позволяет выделить лучшие из них для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Существуют различные методы оценки адаптивной способности в селекционной практике, среди которых наибольшее распространение получили методы S.A. Ebehart, W.A. Russel (1966), Tai G.C.C. (1971), A.B. Кильчевского и Л.В. Хотылевой (1985) [5, 6, 7].

Цель работы – выделить сортообразцы различного эколого-географического происхождения в целях отбора перспективного материала для использования в селекции на продуктивность зерна в почвенно-климатических условиях Среднего Урала.



Методика и условия проведения исследований

Исследования проведены в Красноуфимском селекционном центре (Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦУрО РАН) в рамках Государственного задания Минобрнауки. Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно-ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам (150) по теме «Создать новый сорт яровой пшеницы, высокоурожайный, устойчивый к полеганию и основным болезням, с высокими хлебопекарными свойствами зерна».

Объект исследования – 300 образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова, а также местный селекционный материал. Исследования проведены в стационарном десятипольном севообороте в 2017–2019 гг., предшественник – рапс на зеленую массу. Почва – темно-серая лесная с гранулометрическим составом от легкосуглинистой до тяжелосуглинистой; агрохимические показатели: pH_{KCL} (5,8...6,7), гидролитическая кислотность (1,69...2,16 мг-экв./100 г почвы), содержание гумуса (4,8...4,9%), легкогидролизуемый азот (98...172 мг/кг), обменный калий (108...152 мг/кг), общий фосфор (140...171 мг/кг).

Норма высева – 650 зерен на 1 м². Учетная площадь делянки равна 0,5 м² (длина рядка 0,7 м, междурядья 0,15 м) [9]. Стандарты – сорта, включенные в Госреестр селекционных достижений РФ, располагались через каждые 19 номеров: Ирень (Уральский НИИСХ) – для раннеспелых, Екатерина (Уральский НИИСХ) – для среднеранних и Симбирцит (Ульяновская область) – для среднеспелых образцов. Математическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову [10], методика А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [7], основанная на испытании сортов в различных условиях и позволяющая выявить общую (ОАС) и специфическую (САС) адаптивную способность, стабильность (Sgi) и селекционную ценность генотипов (СЦГ).

Метеорологические условия в годы исследования 2017, 2018, 2019 отмечали влагообеспеченными. Количество осадков за период вегетации выпало 247–328 мм; среднесуточная температура воздуха составляла –14–16 °С, ГТК 1,5–2,4.

Результаты исследований

В результате 3-летнего изучения коллекционного материала яровой пшеницы из каждой группы спелости выделены образцы с повышенной урожайностью, представленные в таблице 1.

Наилучшими характеристиками хозяйственно-ценных признаков у раннеспелых образцов по урожайности зерна и озерненности колоса обладает сорт Баженка (595 г/м² и 25,5 шт.); по массе 1000 зерен – Экстра, Klein (38,8–39,0 г).

Высота растений у среднеранних образцов изменялась от 88 до 112 см. Самые низкорослые образцы Disket и Jasha (88–95 см). По продуктивности зерна выделились все сортообразцы, превышающие стандарт Екатерину на 28–115 г/м². Среднее за 3 года значение массы 1000 зерен у всех образцов ниже, чем у стандарта Екатерина (39,2 г), кроме образцов Омская 35 и Hoffman. Все сортообразцы показали превышение по озерненности колоса до 20,6–23,3 шт.

В среднеспелой группе стандартом является сорт Симбирцит. У изучаемых образцов высота растений изменялась от 88 до 112 см. По высоте растений выделились образцы Симбирцит (112 см), Алабуга (111 см), Лют.331/10-3 (110 см). Среднее за 3 года урожайность у всех образцов выше на 12–128 г/м², чем у стандарта Симбирцит (519 г/м²). По массе 1000 зерен выделились образцы Алабуга, Каменка, Лютесценс 331/10-3 (40,3–41,4 г).

В нашем исследовании в каждой группе спелости выделены продуктивные сортообразцы, представленные в таблице 2. Под адаптивной способностью генотипа (ОАС) понимают способность сортов или гибридов давать постоянную высокую урожайность в различных условиях произрастания, высокой общей адаптивной способностью к изменениям среды характеризовался раннеспелый сорт Баженка (ОАС = 0,18), несколько ниже ОАС проявили среднеранние Hoffman (ОАС = 0,06) и сорт из группы среднеспелых Алабуга (ОАС = 0,07).

Коэффициент САС показывает способность генотипа реагировать и быть устойчивым к специфическим условиям среды, и чем он ниже, тем выше стабильность. Высокой генотипической устойчивостью к конкретным условиям характеризуются сортообразцы у раннеспелых Баженка (САС = 0,06), среднеранних Вендель (САС = 0,01), Екатерина (САС = 0,06), у среднеспелых Алабуга (САС = 0,03). Наименьшую стабильность (САС > 0,10) проявили

сорта: Klein – раннеспелые; среднеранние – Омская 35, Норис, Гарнет; среднеспелые – Симбирцит, Ферругинеум 26020, КВС Аквилон, Ликамеро.

В селекционной практике также придается значение созданию форм с высокой продуктивностью и сочетанием с экологической стабильностью. С помощью показателя СЦГ_i можно получить наиболее объективную оценку стабильности и пластичности формирования урожая зерна у изучаемых сортообразцов яровой пшеницы, который учитывает и уровень, и стабильность урожая. В нашем опыте максимальным значением СЦГ_i выделились сортообразцы у раннеспелых Баженка (0,74); у среднеранних

Вендель (0,64), Hoffman (0,50); у среднеспелых Каменка (0,66), Алабуга (0,88).

Выводы

По результатам трехлетних исследований выявлено, что наиболее ценными источниками по отдельным хозяйственно-ценным признакам у раннеспелых является сорт Баженка с урожайностью (595 г/м²) и озерненностью колоса (25,5 г); массой 1000 зерен сорта Экстра и Klein (38,8–39,0); у среднеранних выделились по продуктивности зерна все сортообразцы, превышающие стандарт Екатерину на 28–115 г/м², по массе 1000 зерен сорта Омская 35 (39,7 г) и Hoffman (40,8 г).

Таблица 1 – Характеристика лучших по урожайности коллекционных сортов яровой пшеницы (среднее за 2017–2019 гг.)

Сорт, образец	Происхождение	Вегетационный период, сутки	Высота растений, см	Урожайность, г/м ²	Масса зерен, г	Озерненность колоса, шт.
Раннеспелые сорта, образцы (88–89)						
Ирень st.	Уральский НИИСХ	88	108	483	37,4	19,4
Экстра	Уральский НИИСХ	87	105	515	38,8	21,8
Klein	Аргентина	89	108	515	39,0	18,5
Klein Cocy	Аргентина	87	114	529	36,6	19,5
Баженка	НИИСХ Северо-Востока им. Рудницкого	89	105	595	37,6	25,5
НСР ₀₅		5,5	5,2	66,3	2,2	5,7
Среднеранние сорта, образцы (92–94)						
Екатерина st.	Уральский НИИСХ	92	107	469	39,2	19,2
Омская 35	СибНИИСХоз	94	106	497	39,7	20,6
Норис	ФИЦ «Немчиновка»	92	112	558	37,9	21,2
Гарнет	Канада	92	106	568	38,2	20,9
Hoffman	Германия	94	109	550	40,8	21,2
Disket	Швеция	94	88	554	33,3	22,8
Jasha	Польша	94	95	584	34,3	23,3
Вендель	Швеция	93	106	500	36,0	19,5
НСР ₀₅		1,7	8,1	68,4	2,8	2,5
Среднеспелые сорта, образцы (97–100)						
Симбирцит st.	Ульяновский НИИСХ	97	112	519	39,9	21,4
Алабуга	Тюменская область	100	111	535	41,4	23,8
Ферругинеум 26020	СибНИИСХоз	98	101	574	38,9	23,6
КВС Аквилон	Германия	97	88	586	35,6	24,7
Ликамеро	Франция, эконива-семена	97	88	647	38,1	25,4
Каменка	Беларуссия	97	100	641	40,8	22,7
Лют.331/10-3	Омская область	97	110	531	40,3	21,1
НСР ₀₅		4,5	7,4	44,5	3,1	5,7



С максимальным значением селекционной ценности генотипа выделены сортообразцы у раннеспелых Баженка ($СЦГ_i = 0,74$); у среднеранних Вендель ($СЦГ_i = 0,64$) и Hoffman ($СЦГ_i = 0,50$); у среднеспелых Каменка ($СЦГ_i = 0,66$), Алабуга ($СЦГ_i = 0,88$).

Список литературы

1. Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области : коллективная монография / Н. Н. Зезин, А. Э. Панфилов, Е. П. Шанина, З. Р. Николаева. Изд. доп., перераб. Екатеринбург, 2020. 372 с.

2. Николаева З. Р. Результаты изучения коллекции ВИР яровой мягкой пшеницы // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве : сб. матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. 2018. С. 98–103.

3. Воробьев А. В., Воробьев В. А. Оценка адаптивной способности и стабильности сортов в селекции яровой пшеницы на Среднем Урале // Достижение науки и техники АПК. 2011. № 6. С. 18–20.

4. Лепехов С. Б. Взаимосвязь признаков продуктивности яровой мягкой пшеницы

Таблица 2 – Продуктивность колоса лучших сортов яровой пшеницы, оценка их адаптивной способности и стабильности

Сорт, образец	Продуктивность колоса, г					ОАС	САС	Sqi	СЦГ _i
	2017 год	2018 год	2019 год	\bar{x}	к St				
раннеспелые сорта, образцы									
Ирень st.	0,65	0,83	0,69	0,72		-0,04	0,09	13,07	0,38
Экстра	0,77	0,77	0,60	0,71	0,01	-0,05	0,10	13,76	0,36
Klein	0,62	0,91	0,62	0,72	0,00	-0,05	0,17	23,36	0,11
Klein Cocy	0,79	0,76	0,62	0,72	0,00	-0,04	0,09	12,54	0,39
Баженка	0,98	0,97	0,88	0,94	0,22	0,18	0,06	5,84	0,74
Среднее				0,76					
среднеранние сорта, образцы									
Екатерина st.	0,80	0,77	0,68	0,75		-0,04	0,06	8,33	0,46
Омская 35	0,81	0,95	0,69	0,82	0,07	0,03	0,13	15,93	0,21
Норис	0,70	0,94	0,78	0,81	0,06	0,02	0,12	15,15	0,24
Гарнет	0,76	0,94	0,70	0,80	0,05	0,01	0,12	15,61	0,22
Hoffman	0,84	0,93	0,78	0,85	0,10	0,06	0,08	8,88	0,50
Disket	0,71	0,87	0,71	0,76	0,01	-0,02	0,09	12,10	0,34
Jasha	0,70	0,90	0,80	0,80	0,05	0,01	0,07	8,82	0,47
Вендель	0,70	0,70	0,70	0,70	-0,05	-0,09	0,01	1,66	0,64
Среднее				0,79					
среднеспелые сорта, образцы									
Симбирцит st.	0,86	1,01	0,71	0,86		-0,05	0,15	17,44	0,33
Алабуга	1,00	1,00	0,95	0,98	0,12	0,07	0,03	2,94	0,88
Ферругинеум 26020	0,76	0,95	1,00	0,90	0,04	-0,01	0,13	14,02	0,46
КВС Аквилон	0,73	1,09	0,81	0,88	0,02	-0,03	0,19	21,56	0,21
Лицамеро	1,00	1,15	0,79	0,98	0,12	0,07	0,18	18,45	0,34
Каменка	0,98	0,95	0,84	0,92	0,06	0,01	0,07	7,98	0,66
Лют.331/10-3	0,80	1,00	0,74	0,85	-0,01	-0,06	0,15	17,28	0,34
Среднее				0,91					
НСР ₀₅	0,53	0,31	0,62	0,37					

Примечание: \bar{x} – средняя продуктивность колоса, ОАС – общая адаптивная способность, САС – специфическая адаптивная способность, Sqi – относительная стабильность, СЦГ_i – селекционная ценность генотипа.

в засушливых условиях // Перспективы решения аграрных проблем в условиях Западной Сибири в работах молодых ученых : сб. ст. / ФГБНУ Алтайский НИИСХ. Барнаул, 2016. С. 68–72.

5. Eberhart S. A. and Russell W. A. // *Grop Sci.* 1996. V. 6 № 1. P. 36–40.

6. Tai G. C. C. Genotypic stability analysis and application to potato regional triasls // *Grop Sci.* 1971. V. 11. № 2. P. 184–190.

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

8. Воробьев В. А., Драгавцев В. А., Кардашина В. Е. Сохранение, пополнение, изучение

генетических коллекций и выделение новых источников и доноров генетико-физиологических систем, повышающих продуктивность и урожай растений // *Экономика сельского хозяйства России.* 2019. № 11. С. 51–56.

9. Воробьев А. В. Использование мировой коллекции ВНИИР в селекции яровой пшеницы на Среднем Урале // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений отечественной селекции : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию Уральского НИИ сельского хозяйства. 2011. С. 48–54.

10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Книга по требованию, 2012. 352 с.

Николаева Зульфия Рахматулловна, научный сотрудник, лаборатория первичного семеноводства и селекции яровой пшеницы, Уральский научно-исследовательский институт – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук».

E-mail: zulfiya.nikolaeva.90@mail.ru.

* * *

УДК 633.15:631.524.84+581.192.2

ЗАВИСИМОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ УРОЖАЙНОСТИ КУКУРУЗЫ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА ГИБРИДОВ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

А. Э. Панфилов, С. Д. Шепелёв, Н. Ю. Высоцкий

В статье представлены результаты оценки количественных и качественных параметров урожайности пяти различных по скороспелости гибридов кукурузы, характеризующихся числами ФАО диапазона от 120 до 200 единиц. Исследования проведены в 2020 году в СПК «Коелгинское» им. Шундеева И.Н. в южной лесостепи Челябинской области. В результате исследований установлена тесная обратная зависимость концентрации обменной энергии в сухом веществе кукурузы от продолжительности вегетационного периода гибридов кукурузы. Высокий потенциал продуктивности сравнительно позднеспелых форм проявляется в росте урожайности зеленой массы по мере увеличения чисел, однако реализация этого потенциала в виде оптимального соотношения зерновой и вегетативной частей урожая более вероятна у гибридов с коротким циклом развития. Оценка силосной продуктивности по урожайности сухой массы и сбору обменной энергии нивелирует различия между гибридами разных групп спелости. С учетом качественных показателей урожая и предполагаемой потребности в трудовых и технических ресурсах при заготовке силоса в лесостепи Зауралья целесообразно выращивание на силос гибридов кукурузы группы ФАО 120–180, оптимальное соотношение которых в структуре посева обеспечивает удлинение срока уборки до 25–30 дней.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, скороспелость, структура урожая, химический состав, энергетическая ценность.

В кормопроизводстве умеренного климата кукурузе принадлежит роль основного источника транзитного крахмала, который содержится главным образом в зерне [1]. Поэтому при всем многообразии кормов, заготавливаемых из этой культуры (силос, дерть из початков с обертками, зерно-стержневая смесь, законсервированное плющенное зерно и др.), целью ее выращивания является зерновая часть урожая [2]. Следствием этого являются рекомендации по выращиванию в условиях Зауралья ультраранних и раннеспелых гибридов [3–5], которые по современной классификации ФАО относятся к группе 120–170.

Требования к характеристике гибридов по скороспелости обусловлены тесной зависимо-

стью основных показателей качества (химического состава) кормов от фазы развития кукурузы. Несмотря на то, что по мере созревания растений до молочно-восковой и восковой спелости содержание клетчатки и лигнина в листьях и стеблях имеет некоторую тенденцию к увеличению, в целом растении за счет возрастающей массовой доли зерна наблюдается прирост доли неструктурных углеводов и повышение энергетической ценности силоса [6–8]. Поэтому подбор гибридов должен быть направлен на обеспечение стабильного созревания растений до указанных фаз развития на фоне короткого периода вегетации.

Селекция на скороспелость занимает значительную часть современных селекционных

программ России [9, 10]. В этом заключается принципиальное отличие отечественных селекционных школ от большинства направлений мировой селекции, основная цель которых заключается в создании гибридов с высокой потенциальной продуктивностью [11–13]. В качестве дополнительных целевых признаков, характерных как для отечественных, так и для зарубежных программ, можно выделить селекцию на засухоустойчивость [14, 15–17], холодостойкость [18–20], высокую скорость потери влаги зерном [21–23]. Отметим, что эти признаки также имеют косвенное отношение к проблеме качества урожая кукурузы, поскольку способствуют стабильному развитию растений на неблагоприятном гидротермическом фоне.

Одна из проблем, возникающих при заготовке силоса, заключается в значительной нагрузке на уборочную технику и потребности в трудовых ресурсах в сочетании с необходимостью уборки кукурузы в сжатые сроки. Несмотря на то, что высокие значения урожайности и параметров качества у этой культуры достигаются практически одновременно и сохраняются в течение длительного времени [24], при перестое посевов могут наблюдаться существенные механические потери (главным образом за счет полегания растений и поникания початков), а также нежелательные микробиологические процессы в ходе силосования массы с пониженной влажностью [25, 26]. Чрезмерно ранние сроки уборки также приводят к потерям сухого вещества при силосовании и снижению качества силоса вследствие высокой влажности и низкой энергетической ценности сырья [27–29]. Эффективное решение проблемы заключается в определении оптимального соотношения гибридов разных групп созревания, обеспечивающего продление периода уборки, уменьшение потребного количества уборочно-транспортных агрегатов и повышение эффективности использования техники [30].

Цель исследований – оценка урожайности, структуры урожая, химического состава и энергетической ценности зеленой массы различных по скороспелости гибридов кукурузы как исходных данных для моделирования технологического процесса уборки кукурузы на силос.

Методы исследования

Исследования выполнены в 2020 году в СПК «Коелгинское» им. Шундеева И.Н. Объ-

екты исследований – пять различных по скороспелости гибридов кукурузы: Кубанский 102 МВ (ФАО 120), Кубанский 141 СВ (ФАО 140), Вилора (ФАО 160), Родник 180 СВ (ФАО 180) и Ладожский 201 СВ (ФАО 200). Метод исследований – полевой опыт, заложенный в трехкратной повторности методом организованных повторений с рендомизированным размещением вариантов. Площадь экспериментальной делянки – 28 м². В ходе фенологических наблюдений регистрировались фазы всходов, цветения початка, молочно-восковой, восковой и физиологической спелости зерна, о наступлении которой судили по появлению темного слоя у основания зерна (30, 31). Учет урожая проведен 7 октября 2020 года вручную. При учете исследована структура урожая растений с выделением следующих органов (фракций): стебель, листья, зерно, стержень, обертки и ножка початка. После взвешивания и измельчения пересчитанных фракций были подготовлены смешанные образцы для проведения следующих анализов: определение влажности гравиметрическим методом (ГОСТ 29305-92); азота титриметрическим методом по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93); сырого жира методом экстракции диэтиловым или петролейным эфиром по Сокслету (ГОСТ 13496.15-2016); сырой клетчатки по Геннебергу и Штоману (ГОСТ 31675-2012), золы методом сухого озоления (ГОСТ 32933-2014); безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) – расчетным методом.

Проверку статистических гипотез проводили методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов. О достоверности различий между групповыми средними судили по критерию Фишера (F) и наименьшей существенной разности (НСР). Значимость коэффициента корреляции оценивали по величине ошибки этого параметра (S_r) и критерию Стьюдента (t). Уровень значимости критических значений статистических параметров $p < 0,05$.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный обычный среднесуглинистый. Основная обработка почвы – осенняя вспашка на глубину 20–22 см, предпосевная обработка – ранневесеннее боронование и культивация на глубину 6–8 см. Фон минерального питания – N_{60} до посева (аммиачная селитра) и N_6P_{26} при посеве (аммофос). Срок посева 12 мая, норма высева прецизионной пневматической сеялкой – 70 тысяч



семян на гектар, глубина посева – 5–7 см. Уход за посевами заключался в однократном опрыскивании гербицидом Майстер Пауэр в фазу 5–6 листьев у культуры; норма расхода препарата – 1,5 л/га, рабочей жидкости – 160 л/га.

Гидротермический фон периода с мая по август характеризуется превышением суммы температур выше 10 °С над средней многолетней на 253 градуса и дефицитом осадков, составившим около 40 мм. Распределение ресурсов тепла и влаги было крайне неравномерным. В мае в целом высокий температурный фон отличался частой сменой повышенных и пониженных температур, при этом количество осадков было несколько ниже средних многолетних значений. Июнь также отличался значительными колебаниями температуры воздуха, при этом сумма осадков оказалась более чем в два раза ниже нормы; эффективное количество осадков (около 14 мм) выпало лишь 2 июня. С 6 по 19 июля установилась сухая и жаркая погода – максимальная суточная температура воздуха колебалась в пределах от 30 до 37 °С на фоне низкой относительной влажности (от 39 до 50%). Эффективные осадки, сумма которых за третью декаду месяца сопоставима с месячной нормой, наблюдались лишь с 20 июля. Таким образом, в течение примерно 40 дней растения кукурузы испытывали влияние атмосферной засухи, наиболее острой в течение первых 20 дней критического периода водопотребления (первая и вторая декады июля). О засушливости периода вегетации в целом говорит и низкое значение гидротермического коэффициента (0,87).

Результаты и обсуждение

Фенологические наблюдения показали, что высокий температурный фон периода вегетации

не способствовал ускоренному развитию растений кукурузы: наименьшая продолжительность периода от всходов до цветения початка наблюдалась у гибрида Кубанский 102 МВ и составила 62 дня, что на 10–12 дней больше средних многолетних значений [24, 27]. Это связано с периодическим превышением максимальных суточных температур биологического максимума для кукурузы (30 °С), вызывавшим остановку развития растений. Различия в динамике развития изучаемых гибридов сложились к фазе цветения початка и в основном воспроизводились в период созревания зерна (табл. 1).

Разница в развитии гибридов в расчете на каждые 10 единиц ФАО составила в среднем 1,9 суток, что хорошо согласуется с ранее полученными для региона результатами [2]. Полноценное прохождение биологического цикла обеспечил лишь диапазон ФАО от 120 до 180 единиц; гибрид Ладожский 202 даже на высоком температурном фоне 2020 года не достиг фаз восковой и физиологической спелости.

Предельное варьирование продолжительности вегетационного периода в изучаемом диапазоне скороспелости составило около 10 суток. Учитывая, что оптимальные фенологические сроки уборки кукурузы на силос начинаются с конца молочно-восковой спелости зерна и продолжаются до середины восковой, использование различных по скороспелости гибридов в 2020 году потенциально обеспечило продолжительность этого периода от 25 до 30 суток, в течение сентября.

Фаза развития, достигнутая гибридами к моменту уборки, определила структуру сухого вещества растений (рис. 1).

По мере увеличения числа ФАО со 120 до 200 наблюдается снижение доли зерна в сухом

Таблица 1 – Динамика развития гибридов кукурузы (полные всходы – 20.05), 2020 г.

Гибрид	ФАО	Даты наступления фаз развития				Период от всходов до молочно-восковой спелости, дней
		цветение початка	молочно-восковая спелость	восковая спелость	физиологическая спелость	
Кубанский 102 МВ	120	21.07	31.08	22.09	25.09	103
Кубанский 141 СВ	140	25.07	04.09	26.09	29.09	107
Вилора	160	27.07	07.09	29.09	03.10	110
Родник 180 СВ	180	30.07	10.09	03.10	07.10	113
Ладожский 202	200	04.08	15.09	–	–	118

веществе 60 до 44%; противоположная зависимость характерна для вегетативных органов. Это находит отражение в химическом составе урожая (табл. 2). В частности, удлинение вегетационного периода гибридов сопровождается повышением влажности зеленой массы. Следует отметить, что в засушливых условиях 2020 года даже у среднераннего гибрида Ладожский 202 содержание влаги находилось в пределах технологически оптимального для силосования диапазона (65–75%); напротив, у гибридов Кубанский 102 МВ, Кубанский 141 СВ и Вилора к началу октября влажность оказалась существенно ниже оптимума. Значительное варьирование влажности зеленой массы в зависимости от группы скороспелости гибридов обеспечивает возможность

широкого маневрирования сроками уборки кукурузы на силос.

Влажность зеленой массы, химический состав сухого вещества (СВ) и концентрация обменной энергии (КОЭ) в СВ различных по скороспелости гибридов кукурузы, 2020 г.

Основные тенденции в изменении химического сухого вещества, сопутствующие увеличению чисел ФАО, заключались в повышении содержания протеина и клетчатки и в снижении доли жира и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Описанные тенденции следует оценивать как отрицательные, так как наиболее ценными с энергетической точки зрения являются два последних компонента. Кроме того, высокое содержание клетчатки ведет

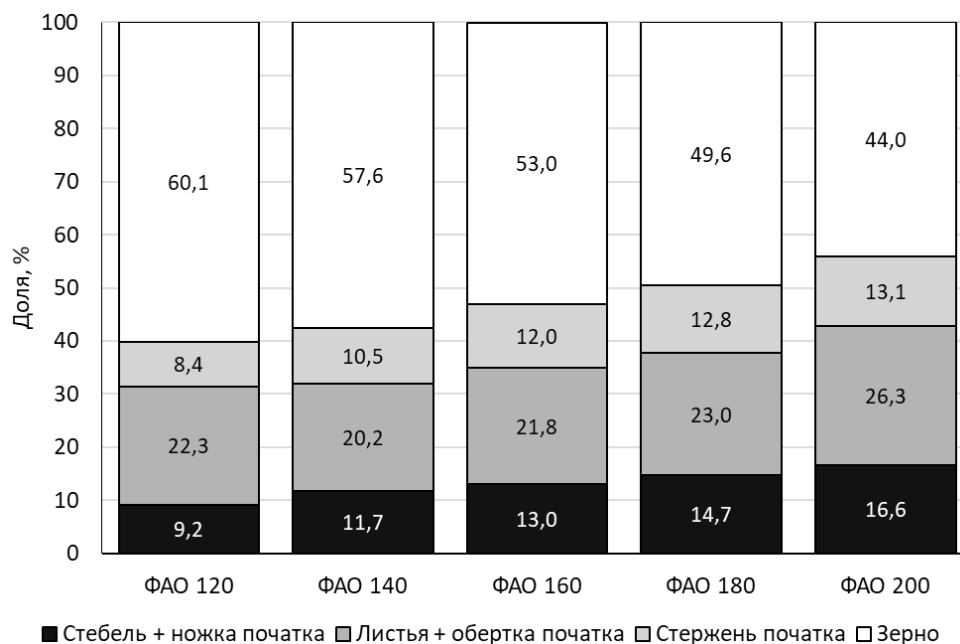


Рис. 1. Структура сухого вещества различных по скороспелости гибридов кукурузы, 2020 г.

Таблица 2 – Влажность зеленой массы, химический состав сухого вещества (СВ) и концентрация обменной энергии (КОЭ) в СВ различных по скороспелости гибридах кукурузы, 2020 г.

Гибрид	Влажность зеленой массы, %	Содержание в СВ, %				КОЭ, МДж/кг СВ
		сырого жира	сырого протеина	сырой клетчатки	сырых БЭВ	
Кубанский 102 МВ	47,0	3,8	8,3	15,2	69,5	10,5
Кубанский 141 СВ	53,2	3,3	8,6	16,0	68,7	10,4
Вилора	57,2	3,1	11,6	16,5	64,8	10,3
Родник 180 СВ	62,2	2,7	11,9	19,2	62,1	10,1
Ладожский 202	68,8	2,0	14,7	21,1	58,0	10,0
r (корреляция с числом ФАО)	0,99±0,05	-0,98±0,11	0,96±0,15	0,96±0,16	-0,98±0,11	-0,99±0,08



к снижению усвоения животными протеина. Во всех случаях между параметром скороспелости и компонентами химического состава прослеживается тесная связь, доказанная по критерию Стьюдента и по модулю коэффициента корреляции близкая к функциональной. Таким образом, создание и подбор ультратраннных гибридов кукурузы – основное условие повышения качества урожая при выращивании кукурузы на силос в условиях Зауралья.

Результатом изменений стала обратная зависимость между продолжительностью вегетационного периода и концентрацией обменной энергии в сухом веществе, которая закономерно снижалась с 10,5 МДж/кг у гибрида Кубанский 102 МВ до 10,0 МДж/кг – у Ладжского 202 (в среднем на 0,1 МДж/кг на каждые 10 единиц ФАО). Учитывая, что КОЭ – достаточно консервативный параметр, установленные изменения его следует оценивать как значительные.

Влияние группы скороспелости на силосную продуктивность кукурузы – явление неоднозначное, зависящее от критерия оценки. Оценка урожайности зеленой массы (рис. 2) показала статистически значимые различия между гибридами и рост продуктивности в исследуемом диапазоне скороспелости с 17 до 30 т/га (в среднем на 1,5 т/га на каждые 10 единиц ФАО). Экспоненциальная прогрессия показателя говорит о росте потенциала продуктив-

ности с увеличением продолжительности вегетационного периода гибридов. Однако, как показывает анализ структуры урожая (см. рис. 1), реализация этого потенциала в виде оптимального соотношения зерновой и вегетативной частей урожая более вероятна у гибридов с коротким циклом развития.

Кроме того, повышение влажности зеленой массы по мере увеличения чисел ФАО ограничивает рост урожайности сухой массы у гибридов со сравнительно поздним цветением. В результате зависимость этого параметра продуктивности от скороспелости аппроксимируется полиномом второй степени с максимумом, соответствующим числу ФАО 170 (рис. 3). Необходимо подчеркнуть, что снижение урожайности сухой массы у гибридов с более поздним и более ранним цветением статистически не доказано по критерию Фишера ($F_{\phi} = 0,26 < F_{05} = 3,84$).

Недостоверны различия между гибридами и по величине сбора обменной энергии с гектара посева ($F_{\phi} = 0,23 < F_{05} = 3,84$), хотя формальный анализ показывает смещение максимума функции в интервал ФАО от 150 до 160 единиц. Таким образом, учет качественных показателей урожая нивелирует преимущества относительно позднеспелых форм кукурузы по потенциальной силосной продуктивности в условиях короткого периода вегетации.

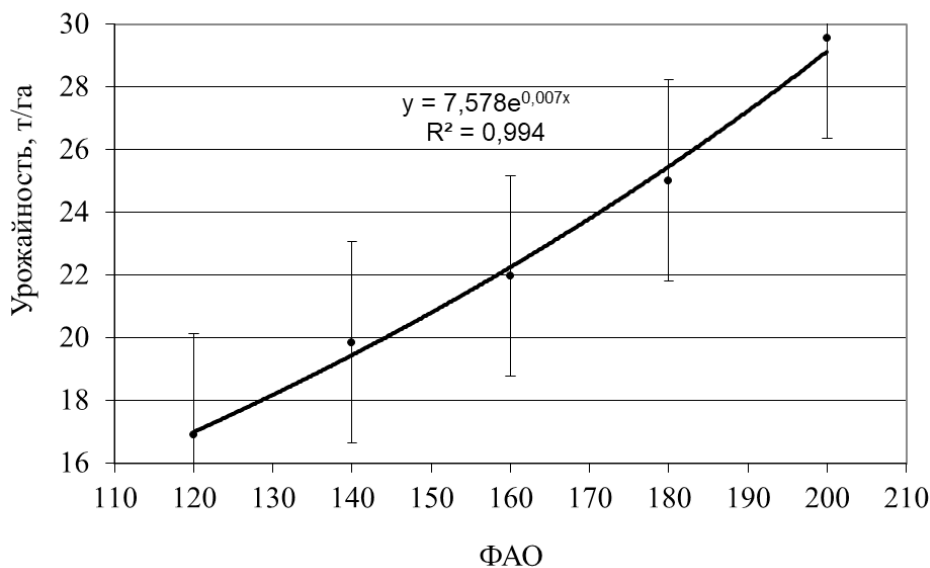


Рис. 2. Зависимость урожайности зеленой массы гибридов кукурузы от числа ФАО, 2020 г. (погрешность данных соответствует значению $НСР_{05} = 3,2$ т/га)

Кроме того, один из факторов, определяющих выбор гибридов для силосного использования, – расходы на транспортировку зеленой массы к месту заготовки силоса, которые прямо пропорциональны урожайности зеленой массы и, соответственно, продолжительности вегетационного периода. Это в сочетании с низкой концентрацией обменной энергии и отсутствием преимуществ по ее сбору с единицы площади делает нецелесообразным использование гибридов, характеризующихся числом ФАО более 180 единиц.

Заключение

В результате исследований установлена тесная обратная зависимость концентрации

обменной энергии в сухом веществе кукурузы от продолжительности вегетационного периода гибридов кукурузы. Высокий потенциал продуктивности сравнительно позднеспелых форм проявляется в росте урожайности зеленой массы по мере увеличения чисел, однако реализация этого потенциала в виде оптимального соотношения зерновой и вегетативной частей урожая более вероятна у гибридов с коротким циклом развития. Оценка силосной продуктивности по урожайности сухой массы и сбору обменной энергии нивелирует различия между гибридами разных групп спелости. С учетом качественных показателей урожая и предполагаемой потребности в трудовых и технических

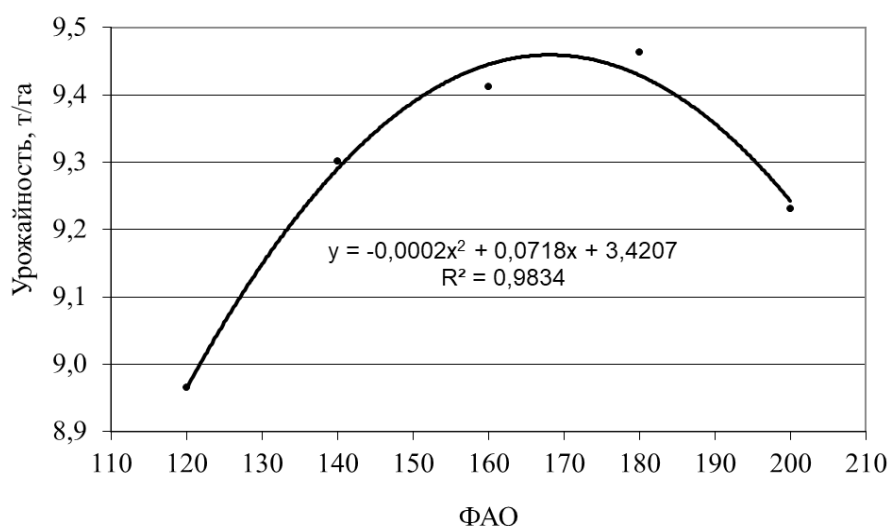


Рис. 3. Зависимость урожайности сухой массы гибридов кукурузы от числа ФАО, 2020 г.

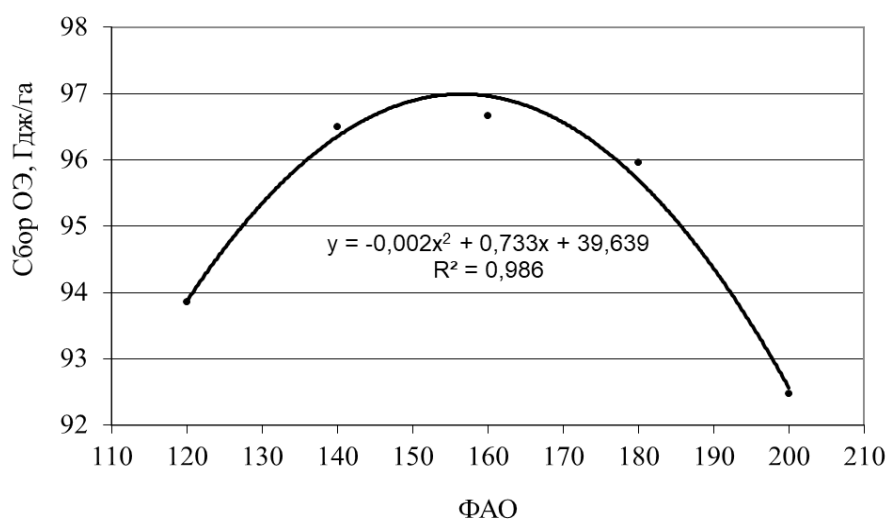


Рис. 4. Зависимость сбора обменной энергии (ОЭ) от числа ФАО гибридов кукурузы, 2020 г.



ресурсах при заготовке силоса в лесостепи Зауралья целесообразно выращивание на силос гибридов кукурузы группы ФАО 120–180, оптимальное соотношение которых в структуре посева обеспечивает удлинение срока уборки до 25–30 дней.

Список литературы

1. Зезин Н. Н., Намятов М. А., Севостьянов М. Ю. Оптимизация структуры посевов кормовых культур и особенности технологии их возделывания на Среднем Урале // Кормопроизводство. 2020. № 4. С. 25–29. Doi: 10.25685/KRM.2020.2020.63666.
2. Adaptive approach in maize breeding for the Urals region / A. E. Panfilov, N. N. Zezin, N. I. Kazakova, M. A. Namyatov // International Journal of Biology and Biomedical Engineering. 2020. Vol. 14. P. 55–62. Doi: 10.46300/91011.2020.14.9.
3. Еремин Д. И., Демин Е. А. Выращивание кукурузы в лесостепной зоне Зауралья: от теоретического обоснования к практическим результатам // Аграрный вестник Урала. 2017. № 12 (166). С. 9–15.
4. Зезин Н. Н., Намятов М. А., Лаптев В. Р. Перспективные гибриды кукурузы для возделывания на силос и зерно в условиях Среднего Урала // Кормопроизводство. 2015. № 11. С. 25–28.
5. Волошин В. А. Кукуруза в коллекционном питомнике // Аграрный вестник Урала. 2010. № 9 (75). С. 57–59.
6. Уилкинсон Дж. М. Силосование кукурузы на корм: влияние на состав и питательную ценность // Кукуруза на корм: производство и использование / пер. с англ. Е. Н. Фолькман. М. : Колос, 1983. С. 93–125.
7. Schuppenies R., Watzke G. Reifengruppenwahl in Abhängigkeit von der klimatischen Bedingungen und Einfluss der Reifengruppe bzw Sorte auf die Qualität von Silomais // Feldwirtschaft. 1985. № 4. S. 140–142.
8. Characterization of maize germplasm for the chemical composition of the grain / N. Berardo [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009. № 57 (6). P. 2378–2384. Doi: 10.1021/jf803688t.
9. Заключительное звено селекции кукурузы для северных районов возделывания / Ю. В. Сотченко, Е. Ф. Сотченко, О. Л. Шайтанов, М. И. Хуснуллин // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. С. 49–53.
10. Орлянский Н. А., Зубко Д. Г., Орлянская Н. А. Селекция кукурузы на раннеспелость – достижения и перспективы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (37). С. 107–111.
11. Carena M. J. Maize commercial hybrids compared to improved population hybrids for grain yield and agronomic performance // Euphytica. 2005. Vol. 141 (2). P. 201–208. Doi: 10.1007/s10681-005-7072-0.
12. Duvick D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) // Advances in Agronomy. 2005. Vol. 86. P. 83–145. Doi: 10.1016/S0065-2113(05)86002-X.
13. Multienvironment analysis of traits relation and hybrids comparison of maize based on the genotype by trait biplot / S. S. Dolatabad, R. Choukan, E. M. Hervan, H. Dehghani // American Journal of Agricultural and Biological Science. 2010. Vol. 5 (1). P. 107–113. Doi: 10.3844/ajabssp.2010.107.113.
14. Орлянский Н. А., Орлянская Н. А. Влияние типа плазмы отцовских самоопыленных линий на устойчивость к загущению раннеспелых гибридов кукурузы // Кукуруза и сорго. 2017. № 4. С. 20–24.
15. Grain quality of drought tolerant accessions within the MRI Zemun Polje maize germplasm collection / J. Vančetočić [et al.] // Spanish Journal of Agricultural Research. 2014. Vol. 12. P. 186–194. Doi: 10.5424/sjar/2014121-4392.
16. Genetic analysis of performance of maize inbred lines selected for tolerance to drought under low soil nitrogen / S. K. Meseke, A. Menkir, A. E. S. Ibrahim, S. Ajala // Maydica. 2006. Vol. 51 (3–4). P. 487–495.
17. Screening genetic variation in maize for deep root mass in greenhouse and its association with grain yield under water-stressed field conditions / M. Liakat Ali [et al.] // Maydica. 2015. Vol. 60 (1). P. 3–13.
18. Петряков А. П., Супрунов А. И., Чуйкин П. В. Селекция высокопродуктивных среднеранних гибридов кукурузы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. № 135. С. 69–79.
19. Maize adaptation to temperate climate: Relationship between population structure and polymorphism in the Dwarf8 gene / L. Camus-Kulandaivelu [et al.] // Genetics. 2006. Vol. 172 (4). P. 2449–2463. Doi: 10.1534/genetics.105.048603.

20. Manifestation of heterosis during early maize (*Zea mays* L) root development / N. Hoecker, B. Keller, H. P. Piepho, F. Hochholdinger // *Theoretical and Applied Genetics*. 2006. Vol. 112. P. 421–429. Doi: 10.1007/s00122-005-0139-4.
21. Терещенко А. А., Супрунов А. И. Селекция среднеранних гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании в условиях центральной зоны Краснодарского края // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30 (1). С. 30–32.
22. QTL underlying field grain drying rate after physiological maturity in maize (*Zea mays* L) / Z. Wang [et al.] // *Euphytica*. 2012. Vol. 185 (3). P. 521–528. Doi: 10.1007/s10681-012-0676-2.
23. Quantitative trait loci for grain moisture at harvest and field grain drying rate in maize (*Zea mays*, L.) / R. G. Sala, F. H. Andrade, E. L. Camadro, J. C. Ceron // *Theoretical and Applied Genetics*. 2006. Vol. 112. P. 462–471. Doi: 10.1007/s00122-005-0146-5.
24. Панфилов А. Э., Казакова Н. И. Продуктивность кукурузы в лесостепи Зауралья как функция скороспелости гибридов // *АПК России*. 2018. Т. 25. № 5. С. 586–591.
25. Шепелёв С. Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах // *Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии*. 2014. Т. 67. № 1. С. 65–73.
26. Исследование эффективности силосования различного растительного сырья с применением некоторых видов молочнокислых бактерий в качестве консервантов / Ж. К. Ибраимова, А. Р. Рустенов, Н. Ж. Елеугалиева, Е. А. Олексевич // *Биотехнология. Теория и практика*. 2013. № 3. С. 41–45. Doi: 10.11134/btp.3.2013.6.
27. Казакова Н. И. Оценка качества силоса в зависимости от скороспелости гибридов кукурузы и срока посева // *Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии*. 2012. Т. 62. С. 92–95.
28. Ильиных В. Н., Маслюк А. Н. Влияние разнокачественного кукурузного силоса на эффективность производства молока в ООО «Агрофирма Восточная» // *Аграрное образование и наука*. 2016. № 2. С. 27.
29. Казанцев А. А. Применение различных технологий силосования с целью увеличения сохранности и питательности кукурузного силоса // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2011. № 33. С. 134–136.
30. Шепелёв С. Д., Шепелёв В. Д., Высоцкий Н. Ю. Моделирование технологического процесса уборки кукурузы на силос // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018. № 4 (59). С. 105–112. Doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.105.

Панфилов Алексей Эдуардович, д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник инновационного научно-исследовательского центра, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: al_panfilov@mail.ru.

Шепелёв Сергей Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, директор Института агроинженерии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

Высоцкий Никита Юрьевич, аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка и технологии и механизации животноводства Института агроинженерии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nikitavys@mail.ru.

* * *

УДК 633.16:631.559

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Е. А. Шадрина

Целью проведённого исследования было изучение показателей адаптации новых сортов ярового ячменя через значения урожайности. Исследования осуществлялись в 2013–2017 гг., в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме: «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов». Установлено, что среди изучаемых вариантов опыта по большинству показателей выделился сорт Памяти Чепелева. Сорт обладает хорошим генетическим потенциалом урожайности до 56,7 ц/га; сочетает в себе высокие значения показателей: стабильности (26,18), общей адаптивной способности (2,9), селекционной ценности генотипа (35), генетической гибкости (44 ц/га) и эффекта генотипа (2,9 ц/га).

Ключевые слова: яровой ячмень, урожайность, технология возделывания, адаптация, стабильность, биотические и абиотические факторы.

Яровой ячмень – это «белая кость» среди зерновых культур. Невозможно переоценить важность данной культуры. Способность ярового ячменя приспосабливаться к изменяющимся условиям произрастания обеспечивает высокую конкурентоспособность культуры. Высокое содержание кормовых единиц (1,27 на 1 кг) является одним из неоспоримых достоинств ячменя, особенно в свете принятой стратегии развития потребительского рынка Свердловской области до 2035 года [1, 2].

В период с 2012-го по 2018 гг. в Свердловской области зерновая продуктивность ячменя колебалась в пределах от 17,3 ц/га до 23,8 ц/га [2], а потенциал урожайности современных сортов

достигает 70–90 ц/га, поэтому совершенствование технологии выращивания с целью увеличения показателя зерновой продуктивности остается приоритетным направлением науки. Несовершенства сортовых технологий на выходе отражаются на количественном и качественном показателях продуктивности ячменя. Технология возделывания должна обеспечить сорт возможностью полностью раскрыть свой генетический потенциал. Сорт должен быть технологичным, а его генотип обеспечивать высокую степень защищенности от отрицательного воздействия факторов среды [3].

Технология и сорт вместе определяют необходимый уровень продуктивности, экономическую и энергетическую эффективность

растениеводства [3]. В конечном итоге на первое место выходит проблема адаптации – соответствие генотипа и технологии [4].

Адаптация – непрерывный процесс самонастройки и приспособления растения к изменяющимся условиям среды. Этот процесс совершается в рамках генетической нормы реакции сорта. Одновременно адаптация растения поддерживается всеми элементами технологии возделывания [4].

Цель исследований: изучение некоторых показателей адаптивных свойств сортов ярового ячменя селекции Красноуфимского селекционного центра Уральского НИИСХ по признаку урожайность.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в лаборатории сортовой агротехники и экологического испытания Красноуфимского селекционного центра (Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН) в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме «Создание и усовершенствование адаптивных технологий возделывания экономически значимых сельскохозяйственных культур на основе оптимизации биотических и абиотических факторов».

Объект исследования – сорта ярового ячменя. Экспериментальная работа выполнена в 2013–2017 гг. в девятипольном севообороте, заложенном в 1970 г. Почва темно-серая лесная. Содержание органического вещества в пахотном слое почвы на неудобренном (удобренном) фоне составило 4,40% (4,56%), легкогидролизуемого азота – 122 мг/кг (141 мг/кг) почвы, подвижного фосфора – 132 мг/кг (229 мг/кг), обменного калия – 101 мг/кг

(150 мг/кг), рН сол. – 5,30 ед. (5,39 ед.). Предшественник – однолетняя смесь (горох и овес). Изучалось два фона минерального питания – без внесения удобрений и с внесением минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ под весеннюю культивацию. Учетная площадь делянки 48 м². Размещение делянок рендомизированное, повторность 4-кратная [5]. Технология возделывания общепринятая для ярового ячменя в условиях Среднего Урала.

Фенологические наблюдения и учеты производили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Математическая обработка данных осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (М., 2014) [7].

Показатели экологической стабильности и пластичности рассчитывали по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell [8]. Для определения фенотипической стабильности и адаптационного потенциала использовали методику А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [9].

Каждый регион имеет свои климатические и почвенные особенности, поэтому возникает необходимость для каждого из них подбирать сорта, которые обладают высокой адаптивностью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам с достаточной потенциальной продуктивностью и способностью реализовать ее даже в стрессовых погодных условиях [10].

Погодные условия существенно различались по годам (табл. 1). Благополучными для роста и развития ярового ячменя стали 2014-й и 2017 гг. Согласно рассчитанному показателю индекса среды на двух фонах почвенного питания по годам 8,1–14,0 и 5,1–8,8, гидротермический коэффициент соответственно составил 1,7 и 2,1.

Таблица 1 – Метеоусловия вегетационного периода ярового ячменя

Показатель	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Сумма осадков, мм	208	320	471	130	338
Среднегодовое значение	221	278	259	202	222
Отклонение, %	94	115	182	65	152
Сумма активных температур, °С	1761	1858	1765	1580	1634
Среднегодовое значение	1556	1871	1818	1399	1594
Отклонение, %	113	99	97	113	102
ГТК	1,2	1,7	2,7	0,8	2,1
Среднегодовое значение	1,4	1,5	1,4	1,4	1,4



Метеоусловия 2015 года характеризуются повышенным гидротермическим коэффициентом (2,7), что объясняется высоким показателем суммы осадков за вегетационный период 471 мм (на 182% выше среднемноголетней) и пониженным уровнем суммы активных температур 1765 °С (97% от среднемноголетнего значения). Индексы среды для разных фонов питания составили –6,6 и –3,7.

Условия 2016-го и 2013 гг. исходя из показателя ГТК 0,8 и 1,2, а также из значения индекса среды (–3,3)–(–12,2) и (–3,5)–(–7) определяют периоды вегетации как неблагоприятные (засушливые) для произрастания культуры.

Результаты исследований

В среднем за 2013–2017 гг. наибольшую зерновую продуктивность обеспечил сорт ярового ячменя Памяти Чепелева (табл. 2) на разных фонах минерального питания (35,0 ц/га и 56,7 ц/га), также данный сорт обладает выдающимся показателем минимального размера урожайности на двух фонах минерального питания.

Среднесортная урожайность по фонам питания показывает реакцию сортов как одновидовую на воздействие среды. С улучшением фактора почвенного питания происходит по-

вышение показателя продуктивности зерна (с 25,1 ц/га до 39,8 ц/га).

Реализация потенциала по средним значениям показателя урожайности отражает способность сортов ярового ячменя независимо от условий лет давать высокий средний результат. Максимальный уровень реализации потенциала наблюдается на неудобренном фоне (Багрец 78%, Памяти Чепелева 78%).

Потенциальная продуктивность культуры изменяется в зависимости от условий среды. Включение в технологию такого элемента, как внесение минеральных удобрений, повышает уровень потенциала продуктивности по сортам: Сонет на 16,1 ц/га, Багрец на 23,9 ц/га, Памяти Чепелева на 21,7 ц/га. Из вышеприведенных значений следует, что Багрец и Памяти Чепелева – сорта, положительно реагирующие на оптимизацию условий выращивания.

Коэффициент линейной регрессии (b) демонстрирует их реакцию на изменение условий выращивания. Он может принимать значение больше или меньше 1, а также быть равным 1 [11]. Анализируя результаты нашего исследования (табл. 3), получили следующее: на неудобренном фоне питания сорт Сонет обладает повышенными требованиями к условиям выращивания, а сорта Багрец и Памяти Чепелева слабо

Таблица 2 – Реакция сортов ярового ячменя на изменяющиеся условия возделывания

Сорта	Урожайность, ц/га					ΣX	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	Реализация потенциала, %
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.					
Фон без удобрений										
Сонет	22,5	34,3	16,4	16,7	31,7	121,6	24,3	16,4	34,3	71,0
Багрец	22,0	30,4	13,2	24,1	28,2	117,9	23,6	13,2	30,4	78,0
Памяти Чепелева	20,2	35,0	26,0	24,7	30,6	136,5	27,3	20,2	35,0	78,0
ΣX	64,7	99,7	55,6	65,5	90,5	376	–	–	–	–
X_{cp}	21,6	33,2	18,5	21,8	30,2	–	25,1	–	–	–
Индекс условий среды	–3,5	8,1	–6,6	–3,3	5,1	–	–	–	–	–
Удобрённый фон $N_{60} P_{60} K_{60}$										
Сонет	34,8	50,4	36,6	20,1	50,4	192,3	38,5	20,1	50,4	76,0
Багрец	32,2	54,3	26,2	31,4	46,7	190,8	38,2	26,2	54,3	70,0
Памяти Чепелева	31,3	56,7	45,6	31,3	48,7	213,6	42,7	31,3	56,7	75,0
ΣX	98,3	161,4	108,4	82,8	145,8	596,7	–	–	–	–
X_{cp}	32,3	53,8	36,1	27,6	48,6	–	39,8	–	–	–
Индекс условий среды	–7,0	14,0	–3,7	–12,2	8,8	–	–	–	–	–

реагируют на изменения окружающей среды. Данная тенденция сохраняется и при повышении уровня почвенного питания, показатель b_i сорта Сонет составил 1,08, что характеризует отзывчивость на улучшение условий среды. Сорта Багрец и Памяти Чепелева характеризуются значениями ниже 1, определяющие их как слабо реагирующие на внешнее воздействие и обладающие максимальной отдачей при минимальных затратах.

На исследуемых фонах минерального питания повышенной стабильностью отличились сорта Багрец и Памяти Чепелева; улучшение данного показателя наблюдается у сорта Сонет при внесении минеральных удобрений (с 7,51 до 23,8), но показатель остается ниже, чем у других образцов.

Общую адаптивную способность (ОАС) определяют как способность культур давать постоянно высокий урожай в различных условиях произрастания [12]. Сорт Памяти Чепелева отмечен высоким значением ОАС в зависимости

от фона питания 2,2 и 2,9. Данный генотип выделится и по среднему показателю урожайности за 5 лет испытаний.

Специфическая адаптивная способность (САС) – своевременный отклик и устойчивость к негативным воздействиям факторов среды. Высоким показателем САС отличается сорт Сонет на обоих фонах питания. Близкими значениями САС обладают сорта Багрец и Памяти Чепелева.

Анализируя полученные результаты показателя относительной стабильности изучаемых сортов, не выявлено стабильных по урожайности ($S_{qi} > 10\%$). Низким показателем стабильности обладают сорта Сонет (34,32/32,83) и Багрец (28,31/30,05). Сорт Памяти Чепелева сочетает в себе относительно высокую стабильность (20,81/26,18) и высокую общую адаптивную способность (ОАС).

Создаваемые сорта чаще оказываются невостребованными производством не из-за сниженного уровня потенциала продуктивности,

Таблица 3 – Показатели параметров адаптивной способности и стабильности сортов ярового ячменя по признаку урожайности зерна

Сорт	по методике Эберхарт и Рассела		по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой				Показатель гомеостатичности (H_{om})
	b_i	S_d^2	ОАС	САС	S_{qi}	СЦГ	
Фон без удобрений							
Сонет	1,25	7,51	-0,8	8,34	34,32	18,55	3,96
Багрец	0,92	15,1	-1,5	6,68	28,31	18,99	4,85
Памяти Чепелева	0,73	20,5	2,2	5,68	20,81	23,38	5,68
Удобрённый фон $N_{60} P_{60} K_{60}$							
Сонет	1,08	23,8	-1,3	12,64	32,83	29,78	3,87
Багрец	0,96	40,0	-1,6	11,81	30,92	30,05	4,40
Памяти Чепелева	0,93	37,7	2,9	11,18	26,18	35,00	6,42

Таблица 4 – Показатели адаптации исследуемых сортов ярового ячменя в зависимости от фона минерального питания, 2013–2017 гг.

Сорта	Устойчивость к стрессу, ц/га	Генетическая гибкость, ц/га	Эффект генотипа, ц/га
Фон без удобрения			
Сонет	-17,9	25,35	-0,8
Багрец	-17,2	21,8	-1,5
Памяти Чепелева	-14,8	27,6	2,2
Удобрённый фон $N_{60} P_{60} K_{60}$			
Сонет	-30,3	35,25	-1,3
Багрец	-28,1	40,25	-1,6
Памяти Чепелева	-25,4	44	2,9



а вследствие недостаточной экологической стабильности и адаптивности (Кадыров и др., 1984) [13].

По показателю СЦГ также выделился сорт Памяти Чепелева на всех фонах питания (23,38 и 35,0). Сорта Сонет и Багрец по значению СЦГ находятся на одном уровне: неудобренный фон в среднем по сортам ≈ 19 , удобренный фон питания ≈ 30 .

По методике В.В. Хангильдина, 1986 г. рассчитан показатель гомеостатичности (H_{om}), способность проявлять устойчивость к лимитирующим факторам внешней среды [14]. Так же, как и по большинству других показателей более гомеостатичным определен сорт Памяти Чепелева независимо от фона питания (5,68 и 6,42). На оптимальных и лимитированных фонах проявление признака одинаково.

Неоднородность условий произрастания сортов ярового ячменя определяет значимость таких показателей, как устойчивость к стрессу, генетическая гибкость, эффект генотипа (табл. 4).

Стрессоустойчивость определяется через разность между минимальной и максимальной урожайностью. Значение показателя всегда отрицательное, а минимальное варьирование между полюсами зерновой продуктивности показывает более высокую стрессоустойчивость и обширный диапазон возможностей адаптации. Исходя из полученных данных, в нашем случае высокой стрессоустойчивостью отличается сорт Памяти Чепелева (-14,8 ц/га; -25,4 ц/га), сорта Сонет и Багрец обладают близкими значениями невысокого уровня устойчивости к стрессу ((-17,9 ц/га)-(-17,2 ц/га); (-30,3 ц/га)-(-28,1 ц/га)).

Значение показателя генетической гибкости отражает соответствие генотипа и факторов среды, его компенсаторную способность. Наиболее высоким уровнем генетической гибкости отличается сорт Памяти Чепелева в зависимости от фона минерального питания 27,6 ц/га и 44 ц/га. Похожими значениями показателя выделились на неудобренном фоне сорт Сонет (25,35 ц/га), а на удобренном фоне сорт Багрец (40,25 ц/га).

Продуктивный потенциал отдельного сорта в группе испытуемых генотипов выражается через показатель эффект генотипа. По данному показателю также выделился сорт Памяти Чепелева в зависимости от фона питания 2,2 ц/га и 2,9 ц/га.

Выводы

По результатам нашего исследования выделился сорт ярового ячменя Памяти Чепелева. По изучаемому показателю (урожайность) сорт показал себя высокопродуктивным ($N_0P_0K_0 - 27,3$ ц/га, $N_{60}P_{60}K_{60} - 42,7$ ц/га); обладающим хорошим генетическим потенциалом 35 ц/га, увеличивающимся (56,7 ц/га) при оптимизации приемов технологии выращивания. Независимо от применяемых элементов агротехники сорт Памяти Чепелева характеризует себя как слабо реагирующий на изменения условий среды ($b_i = 0,73-0,93$).

Сорт Памяти Чепелева сочетает в себе высокую стабильность ($N_0P_0K_0 - 20,81$, $N_{60}P_{60}K_{60} - 26,81$), высокую общую адаптивную способность ($N_0P_0K_0 - 2,2$, $N_{60}P_{60}K_{60} - 2,9$) и, как следствие, высокую степень селекционной ценности генотипа ($N_0P_0K_0 - 23,38$, $N_{60}P_{60}K_{60} - 35$).

Высокой устойчивостью к лимитирующим факторам также обладает сорт Памяти Чепелева ($N_0P_0K_0 - 5,68$, $N_{60}P_{60}K_{60} - 6,42$).

Данный сорт обладает более широким диапазоном проявления адаптации через повышенные значения показателей стрессоустойчивости ($N_0P_0K_0 - (-14,8)$ ц/га, $N_{60}P_{60}K_{60} - (-25,4)$ ц/га), генетической гибкости ($N_0P_0K_0 - 27,6$ ц/га, $N_{60}P_{60}K_{60} - 44$ ц/га) и эффекта генотипа ($N_0P_0K_0 - 2,2$ ц/га, $N_{60}P_{60}K_{60} - 2,9$ ц/га).

Список литературы

1. Стратегия развития потребительского рынка Свердловской области на период до 2035 года. Постановление правительства Свердловской области № 378-ПП от 28.06.2019 г. Режим доступа : www.yandex.ru/click/jsredirect?bu=ibb730&from.
2. Научно обоснованная система земледелия Свердловской области : коллективная монография / Н. Н. Зезин [и др.] ; под общ. ред. д-ра с.-х. наук Н. Н. Зезина. Изд. доп., перераб. Екатеринбург : Джи Лайм ООО, 2020. 372 с.
3. Терехова А. В. Формирование высокопродуктивных посевов ярового ячменя на юго-востоке Волго-Вятского региона : дис. ... канд. с.-х. наук. Нижний Новгород, 2002. 188 с.
4. Фатыхов И. Ш. Научные основы адаптивной технологии возделывания ярового ячменя в Уральском регионе Нечерноземной зоны России : дис. ... д-ра с.-х. наук. Ижевск, 2001. 540 с.
5. Максимов Р. А., Шадрин Е. А. Реакция нового сорта ярового ячменя Памяти Чепелева

на тип почвы и удобрения в условиях Среднего Урала // АПК России. 2016. Т. 23. № 5. С. 939–942.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М. А. Федин [и др.]. Изд. 2-е. М., 1989. 195 с.

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

8. Eberhart S. A. and Russell W. A. // *Grop Sci*. 1996. V. 6. № 1. P. 36–40.

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

10. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2018. № 1. С. 67–72.

11. Созонова А. Н. Хозяйственно-биологическая и селекционная ценность скороспе-

лых сортов сои в лесостепной зоне Зауралья : дис. ... канд. с.-х. наук. Тюмень, 2019. 187 с.

12. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений : в 4 т. / науч. ред. Минск : Белорус. наука, 2008. Т. 1 : *Общая генетика растений*. 551 с.

13. Дьяков А. Б., Трунова М. В. Взаимосвязь между параметрами стабильности и адаптивности сортов. Масличные культуры // *Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2010. Вып. 1 (142–143). С. 80–86.

14. Хангильдин В. В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий // *Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института*. 1986. № 2 (60). С. 36–41.

Шадрина Евгения Андреевна, аспирант, научный сотрудник, лаборатория сортовой агротехники и экологического испытания сортов, Красноуфимский селекционный центр, Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

E-mail: evg.schadrina@yandex.ru.

* * *

УДК 637.5.02

МОЩНОСТНОЙ БАЛАНС ПРЕСС-СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ

А. В. Богданов, М. С. Силков, Н. В. Ломачинский

Увеличению производства сельскохозяйственной продукции в нашей стране уделяется большое внимание. Это в полной мере относится к продуктам из мясного сырья, что требует повышения производительности мясоперерабатывающего оборудования. К такому оборудованию относятся пресс-сепараторы, которые позволяют отделять мягкую фракцию (мышечную ткань) от костного остатка. В статье предложено усовершенствованное устройство (пресс-сепаратор) для производства мяса механической обвалки, на которое получен патент на полезную модель. Пресс-сепаратор позволяет повысить производительность по сравнению с аналогами за счёт разгрузочного паза (захватного зуба) шнека, который надёжно захватывает мясное сырьё в загрузочном бункере. Это предотвращает образование сводов (заторов) сырья. В статье приведены схема усовершенствованного пресс-сепаратора и принцип его работы, а также схема взаимодействия сырья со шнеком (захватным зубом) в зоне загрузки. Параметры устройства предлагается обосновать на основе уравнений мощностного баланса. Уравнения мощностного баланса составлены для пресс-сепаратора до его усовершенствования и после. Их анализ показывает, что в усовершенствованном пресс-сепараторе возникает дополнительная мощность, затрачиваемая на захват сырья в бункере захватным зубом шнека. Появление данной мощности приводит к дополнительному расходу мощности двигателем пресс-сепаратора и, следовательно, требует корректировки мощности самого двигателя.

Ключевые слова: пресс-сепаратор, обвалка, захват, мощностной баланс, загрузка, мясо птицы.

Повышению производства сельскохозяйственной продукции в нашей стране уделяется большое внимание [1]. Это в полной мере относится к продуктам из мясного сырья. Поэтому существует необходимость повышения производительности технических устройств, связанных с мясопереработкой. К таким техническим устройствам относятся пресс-сепараторы, которые позволяют отделять мягкую фракцию (мышечную ткань) от костного остатка [2, 3, 4, 5, 6].

К одному из основных недостатков пресс-сепараторов относится снижение производительности из-за отталкивания шнеком в загрузочном бункере мясного сырья [7]. Происходит образование сводов или пустот между шнеком

и сырьем. В связи с этим мясное сырьё, например тушки птицы или ее части, неэффективно захватываются шнеком для дальнейшего транспортирования в зону сепарации.

Техническое решение

Для решения данного вопроса нами предложено усовершенствованное устройство (пресс-сепаратор) для производства мяса механической обвалки, на которое получен патент на полезную модель [8]. Его схема изображена на рисунке 1.

Устройство работает следующим образом: тушка птицы или ее части подаются в загрузочный бункер 2 устройства и захватываются

загрузочной частью шнека 4, который приводится во вращение приводным механизмом 3. При этом в процессе вращения шнека разгрузочный паз 15 (захватный зуб) в виде выточки А оказывается сопряжен с сырьем и надежно захватывает его. Тушки подаются шнеком в насадку для предварительного излома костей (НПИК) и транспортирования перерабатываемой массы 5. За счет наличия в НПИК пазов 16 при вращении шнека происходит предварительный излом костей сырья. Далее из НПИК сырье проходит на перфорированный фильтр 7, при этом вся мягкая фракция (мышечная ткань) выделяется через перфорацию фильтра в установленную под ним емкость для мяса механической обвалки (ММО) 19. Твердая фракция (костный остаток) продвигается далее к клапану, где в его удаленной зоне, имеющей максимальное давление, происходит доразрушение костей с выводом их в окно 11 клапана 10 на лоток 12, с которого костный остаток попадает в емкость для костного остатка 20. Для исключения застаивания и напрессовывания кости в клапане служат разгрузочные пазы 18 в виде выточек Б. Эти пазы предотвращают вращение костного

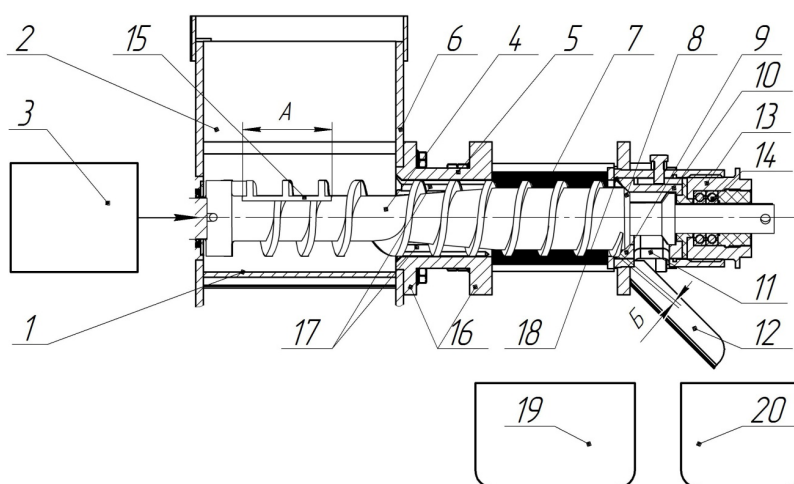
остатка вместе со шнеком вследствие их заполнения костным остатком, что позволяет выталкивать кости, хрящи и соединительную ткань в окно клапана. Регулировка зазора между конусом шнека и конусом клапана осуществляется регулировочной гайкой 13, совмещенной с подшипниковым узлом 14.

Таким образом, в процессе вращения шнека разгрузочный паз (захватный зуб) достаточно эффективно захватывает сырье. Но для надежной работы устройства (пресс-сепаратора) необходимо обосновать его параметры, так как захват сырья разгрузочным пазом (захватным зубом) требует дополнительной энергии [9, 10]. Это видно из приведенных ниже уравнений (1) и (2) мощностного баланса [10] существующего и усовершенствованного пресс-сепараторов.

Теоретические исследования

Уравнение мощностного баланса существующего пресс-сепаратора можно представить таким образом:

$$N_{дв} = N_{рем} + N_{подш} + N_{зсбв} + N_{рсп} + N_{сеп} \pm N_i, \quad (1)$$



- 1 – корпус; 2 – загрузочный бункер; 3 – привод; 4 – шнек; 5 – насадка для предварительного излома костей; 6 – стенка бункера; 7 – перфорированный фильтр; 8 – конический конец шнека; 9 – коническая часть клапана; 10 – клапан для разрушения кости и отвода костного остатка; 11 – окно клапана; 12 – лоток для отвода костного остатка; 13 – регулировочная гайка; 14 – подшипниковый узел; 15 – разгрузочный паз в виде выточки А для обеспечения надежного захвата сырья; 16 – торцевые фланцы насадки для предварительного излома костей; 17 – продольные пазы насадки для предварительного излома костей; 18 – разгрузочные пазы в виде выточки Б для предотвращения вращения костного остатка; 19 – емкость для мясного фарша (мяса механической обвалки); 20 – емкость для костного остатка

Рис. 1. Устройство для производства мяса механической обвалки (пресс-сепаратор)



где $N_{дв}$ – мощность, снимаемая с вала двигателя, Вт;

$N_{рем}$ – мощность, теряемая в ременной передаче, Вт;

$N_{подш}$ – мощность, теряемая в подшипниках пресс-сепаратора, Вт;

$N_{зсбв}$ – мощность, затрачиваемая на захват сырья в бункере витками шнека, Вт;

$N_{рсп}$ – мощность, затрачиваемая на разрушение сырья в насадке для предварительного измельчения костей, Вт;

$N_{сеп}$ – мощность, затрачиваемая на сепарацию сырья (на разделение мяса механической обвалки и костного остатка);

N_i – мощность, расходуемая на инерцию деталей конструкции пресс-сепаратора.

Как уже указывалось, в усовершенствованном пресс-сепараторе предусмотрен разгрузочный паз (захватный зуб). Захватный зуб снижает вероятность образования «свода» и обеспечивает более надежную загрузку сырья, что повышает производительность пресс-сепаратора. Увеличение объема загрузки посредством захватного зуба приводит к увеличению требуемых усилий для разрушения сырья. Дополнительные усилия, в свою очередь, увеличивают затраты мощности. Тогда мощностной баланс для усовершенствованного пресс-сепаратора с захватным зубом можно записать в следующем виде:

$$N_{дв} = N_{рем} + N_{подш} + N_{зсбв} + N_{зсбз} + N_{рсп} + N_{сеп} \pm N_i, \quad (2)$$

где $N_{зсбз}$ – мощность, затрачиваемая на захват сырья в бункере захватным зубом шнека, Вт.

Сравнивая уравнения (1) и (2), можно заметить, что в уравнении (2) появилась дополнительная мощность $N_{зсбз}$, затрачиваемая на захват сырья в бункере захватным зубом шнека. Появление данной мощности $N_{зсбз}$ приведет к дополнительному расходу мощности двигателем пресс-сепаратора. Поэтому для подбора мощности самого двигателя необходимо знать значение $N_{зсбз}$.

Значение мощности $N_{зсбз}$ будет зависеть от сил, необходимых для захвата и разрушения сырья в бункере пресс-сепаратора. Эти силы будут зависеть от конфигурации самого сырья, точек соприкосновения захватного зуба шнека с сырьем и др. Точка приложения равнодействующей этих сил также будет зависеть от конфигурации

сырья и точек соприкосновения. Но в основном сырье контактирует в двух точках (точка А и точка Б), как схематично показано на рисунке 2.

Учитывая, что вращение шнека происходит против часовой стрелки, основное усилие со стороны захватного зуба на сырье будет приложено в верхней точке шнека (точка А). То есть можно принять, что равнодействующая сил, необходимых для захвата и разрушения сырья в бункере пресс-сепаратора, будет приложена к точке А. В этом случае возникающий момент можно определить по следующему выражению:

$$M_{зр} = F_{зр} \cdot r, \quad (3)$$

где $M_{зр}$ – момент, требуемый для захвата и разрушения сырья в бункере захватным зубом шнека, Н·м;

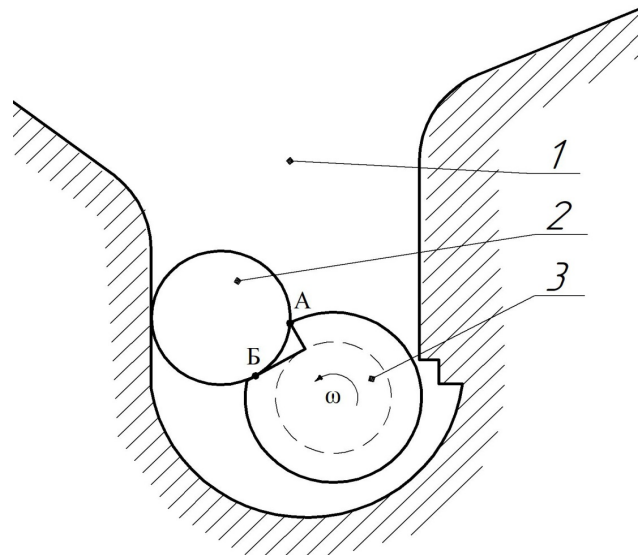
$F_{зр}$ – сила, требуемая для захвата и разрушения сырья в бункере захватным зубом шнека, Н;

r – наружный радиус шнека, м.

Мощность $N_{зсбз}$, затрачиваемая на захват сырья в бункере захватным зубом шнека, найдется из формулы (4):

$$N_{зсбз} = M_{зр} \cdot \omega, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость вращения шнека, 1/с.



1 – загрузочный бункер; 2 – сырье; 3 – шнек;

А и Б – основные точки контакта

Рис. 2. Схема взаимодействия сырья со шнеком в зоне загрузки

Подставляя в формулу (4) величину $M_{зр}$ из выражения (3), получим:

$$N_{зсбз} = F_{зр} \cdot r \cdot \omega. \quad (5)$$

Как видно из полученного равенства (5), мощность $N_{зсбз}$ зависит от силы $F_{зр}$, требуемой для захвата и разрушения сырья в бункере захватным зубом шнека, наружного радиуса шнека r и его угловой скорости вращения ω . Если величины r и ω могут быть заданы (или их можно найти расчетным путем), то значение силы $F_{зр}$ определить достаточно сложно. Поэтому силу $F_{зр}$ можно найти экспериментальным путем.

Заключение

Таким образом, предлагаемый пресс-сепаратор с захватным зубом позволит увеличить сменную производительность за счет более надежного захвата сырья в загрузочном бункере, а расчет его элементов на основе мощностного баланса позволит обосновать конструктивные параметры.

Список литературы

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20.
2. Инжиниринговая компания Форнакс. Режим доступа : [https://4nax.ru/text-articles/vidy-](https://4nax.ru/text-articles/vidy-pressov-mehanicheskoy-obvalki-myasa)

pressov-mehanicheskoy-obvalki-myasa. Дата обращения: 28.03.2021.

3. Berk Z. Food Process Engineering and Technology Second Edition. Israel : Academic Press, 2008. 624 с.

4. Пат. 2541406. Способ производства мяса механической обвалки разного качества и устройство для его осуществления. № 2013141272/13 ; заявл. 10.09.2013 ; опубл. 10.02.2015, Бюл. № 4.

5. Пат. 2684742. Сепаратор мяса и костей. № 2018130615 ; заявл. 22.03.2017 ; опубл. 12.04.2019, Бюл. № 11.

6. Пат. 2612711. Шнековый пресс-сепаратор. № 2015141693 ; заявл. 27.03.2014 ; опубл. 13.03.2017, Бюл. № 8.

7. Силков М. С. Анализ конструкций устройств для обвалки мяса птицы и рыбы // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. трудов. 2019. С. 450–453.

8. Пат. 197991. Устройство для производства мяса механической обвалки. № 2020107264 ; заявл. 17.02.2020 ; опубл. 11.06.2020, Бюл. № 17.

9. Черкасов Р. И., Байбара С. Н. Условия эффективной загрузки вертикального шнека в зоне захвата транспортируемого материала // Инновации в науке. 2015. № 46. С. 60–68.

10. Автоматизированное проектирование и расчет шнековых машин : монография / М. В. Соколов [и др.]. М. : Машиностроение-1, 2004. 248 с.

Богданов Андрей Владимирович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; ведущий инженер оценки безопасности и эргономичности испытываемых машин, УИЦ СХТ.

E-mail: bav-64@mail.ru.

Силков Максим Сергеевич, аспирант кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: serious_lod@mail.ru.

Ломачинский Никита Владимирович, директор, ООО «КЭП Лаборатория вариаторов».

E-mail: labovar@ya.ru.

* * *

УДК 637.5.03:637.5.02

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СЖАТИЮ-ВОССТАНОВЛЕНИЮ МЯСНОГО СЫРЬЯ

А. В. Богданов, Р. И. Шафиков, С. В. Ганенко

Качество мясных продуктов можно улучшить путём массирования мясного сырья, которое улучшает структурно-механические свойства мяса и повышает органолептические показатели. В статье приведены экспериментальные исследования по сжатию-восстановлению мясного куска. Для этого была разработана и изготовлена установка для сжатия мясного сырья, позволяющая создавать и фиксировать необходимое усилие на продукт и измерять его остаточную толщину (после снятия усилия). При экспериментах мясной кусок располагался между верхним неподвижным основанием и подвижной пластиной установки. Усилие передавалось через подъёмную петлю, под действием которой подвижная пластина поднималась вверх и сжимала мясной кусок, расположенный на ней. Эксперименты показали, что остаточная толщина мясного куска при увеличении числа циклов сжатия-восстановления остается на одном уровне. Причем первые циклы сжатия сырья до толщины 20 мм требуют большего усилия, чем при последующих циклах. Это видно из приведенных в статье графиков, построенных по полученным на основе экспериментальных исследований уравнениям регрессии. Результаты исследования будут полезны для обоснования параметров механических мясомассажеров, обеспечивающих циклы сжатия-восстановления мясного сырья.

Ключевые слова: сжатие-восстановление, мясомассажер, мясное сырье, остаточная толщина, усилие, сжатие, толщина.

Качество готовых мясных продуктов можно улучшить путем массирования мясного сырья. Массирование улучшает структурно-механические свойства мяса и повышает органолептические показатели. Для этого на кафедре «Технический сервис машин, оборудование и безопасность жизнедеятельности» ЮУрГАУ разработан механический мясомассажер (в настоящий момент оформляется заявка на патент на полезную модель). Данное устройство обеспечивает интенсивный процесс массирования за счет циклического принудительного сжатия с последующим восстановлением мясного сырья.

Для обоснования конструктивных параметров разработанного мясомассажера необ-

ходимо знать упругие характеристики мясного сырья (мясных кусков).

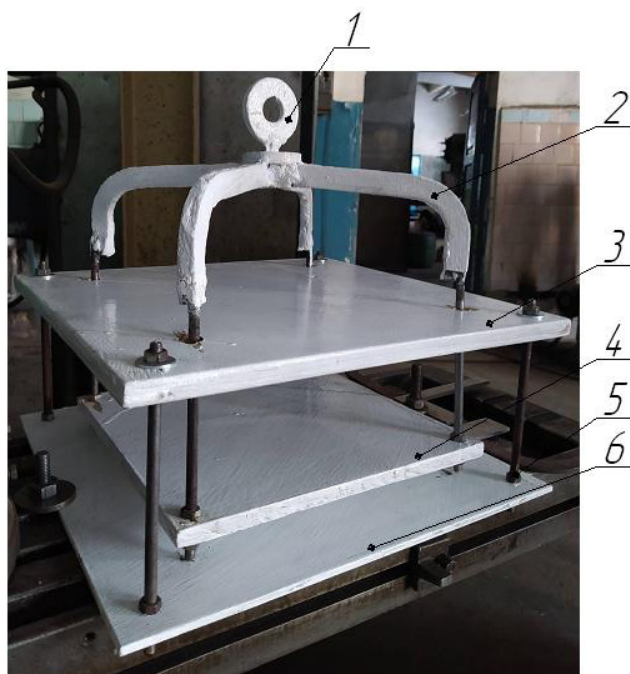
Методы исследования

Для определения этих характеристик нами была разработана установка для сжатия мясного сырья. Общий вид данной установки представлен на рисунке 1.

С помощью установки (рис. 1) можно провести эксперименты по определению упругих характеристик мяса. При экспериментах мясной кусок располагается между верхним неподвижным основанием и подвижной пластиной (рис. 2). Усилие передается через подъёмную петлю, под действием которой подвижная

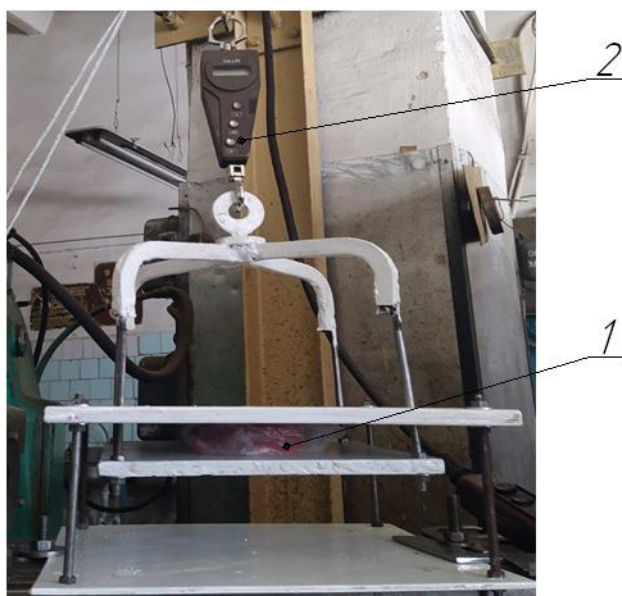
пластина поднимается вверх, что приводит к сжатию мясного куска, расположенного на ней. При этом нижнее неподвижное основание жестко зафиксировано вместе со стойками

и верхним неподвижным основанием. Усилие можно создавать с помощью ручной лебедки и контролировать динамометрическими весами, а величину сжатия – линейкой (рис. 2).



1 – подъемная петля; 2 – скоба; 3 – верхнее неподвижное основание; 4 – подвижная пластина; 5 – стойка; 6 – нижнее неподвижное основание

Рис. 1. Общий вид установки для сжатия мясного сыря



1 – мясной кусок; 2 – динамометрические весы

Рис. 2. Сжатие мясного сыря



Были проведены эксперименты с мясным куском (свиной окорок). Начальный размер куска составлял: длина – 100 мм, ширина – 80 мм, толщина – 40 мм. Данный образец размещался в установку для сжатия мясного сырья между подвижной пластиной и верхним неподвижным основанием. Усилие задавалось таким образом, чтобы при сжатии толщина мясного куска стала равной 20 мм. Когда толщина мясного куска становилась равной 20 мм, то усилие снижалось до нуля. После снятия усилия мясной кусок восстанавливался по высоте, затем измерялась толщина восстановленного мясного куска. Далее снова создавалось усилие для сжатия мяса до толщины 20 мм с последующим

снятием нагрузки и измерением толщины мясного куска и т.д. (всего было проведено 10 циклов сжатия и восстановления).

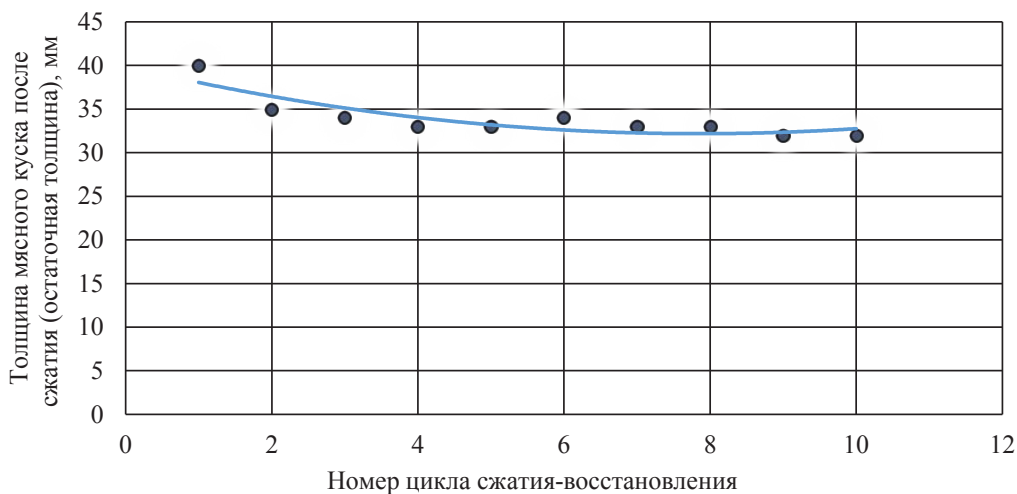
Результаты исследований

После проведения экспериментальных исследований были получены следующие результаты (табл. 1).

По данным, приведенным в таблице 1, можно построить график изменения остаточной толщины мясного куска в зависимости от циклов сжатия-восстановления (рис. 3). Кривая на графике (рис. 3) построена на основе экспериментальных данных по полученному уравнению регрессии (1):

Таблица 1 – Результаты опытов по сжатию-восстановлению мясного куска

Номер цикла сжатия-восстановления	Толщина мясного куска после сжатия (остаточная толщина), мм	Толщина мясного куска под действием усилия, мм	Создаваемое усилие на подъемной петле, Н
1	40	20	158
2	35	20	156
3	34	20	153
4	33	20	150
5	33	20	149
6	34	20	150
7	33	20	148
8	33	20	149
9	32	20	149
10	32	20	147



● – значения по результатам эксперимента; — — по уравнению регрессии (1)

Рис. 3. Изменение толщины мясного куска в зависимости от циклов сжатия-восстановления (по экспериментальным значениям)

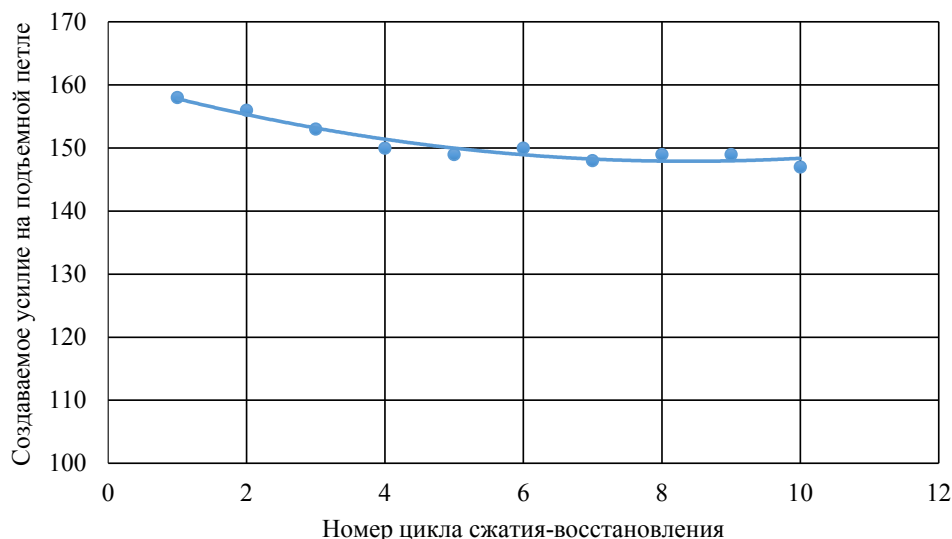


Рис. 4. Изменение создаваемого усилия на подъемной петле при сжатии сырья до толщины 20 мм в зависимости от количества циклов сжатия-восстановления, построенное по уравнению регрессии (2)

$$s = 0,125x^2 - 1,9629x + 39,883, \quad (1)$$

где s – толщина мясного куска после сжатия (остаточная толщина), мм;

x – номер цикла сжатия-восстановления.

Как видно из графика (рис. 3), при первых циклах сжатия-восстановления остаточная толщина мясного куска после снятия усилия больше, чем при последующих циклах.

По аналогии построим график (рис. 4) изменения создаваемого усилия на подъемной петле в зависимости от количества циклов сжатия-восстановления на основе экспериментальных данных (табл. 1) и полученного уравнения регрессии (2).

$$f = 0,1818x^2 - 3,0485x + 160,67, \quad (2)$$

где f – создаваемое усилие на подъемной петле.

Из графика (рис. 4) видно, что при первых циклах сжатия-восстановления мясного сырья требуются большие усилия, чем при последующих циклах.

Заключение

Эксперименты показали, что с увеличением количества циклов сжатия-восстановления остаточная толщина мясного куска (после снятия усилия) остается практически на одном уровне (в пределах от 32 мм до 33 мм). Аналогичная ситуация с усилием на подъемной петле

устройства для сжатия мясного сырья. При этом первые циклы сжатия сырья до толщины 20 мм требуют большего усилия, чем при последующих циклах. Если при первом цикле сжатия требовалось усилие 158 Н, то на десятом цикле это усилие составило 147 Н.

Полученные результаты исследований необходимы для обоснования параметров механического мясомассажера, обеспечивающего циклы сжатия-восстановления мясного сырья.

Список литературы

1. Биотехнология мяса и мясopодуkтов : курс лекций / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, Л. А. Текутьева, Т. А. Шепель. М. : ДеЛипринт, 2009. 296 с.
2. Качество мяса и его показатели // Знай Товар. 2019. Режим доступа : <https://znaytovar.ru/s/pokazateli-kachestva-myasa.html> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Сила упругости. Закон Гука // Фоксворд. 2020. Режим доступа : <https://foxford.ru/wiki/fizika/sila-uprugosti-zakon-guka> (дата обращения: 22.03.2021).
4. Мясо, требования к качеству мяса // Food 24 News. 2019. Режим доступа : <http://www.food24news.ru/warekunde/223627.html#XhboXM5S-Uk> (дата обращения: 24.03.2021).
5. Богданов А. В., Ганенко С. В., Шафииков Р. И. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы шнекового мясомас-



сажера // Сервис технических систем – основа безопасного функционирования машин и оборудования предприятий АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. С. 257–263.

6. Курочкин А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства. М. : КолосС, 2010. 503 с. : ил.

7. Наумова Н. Л., Чаплинский В. В. О разработке функциональных мясопродуктов в России // Достижения науки – агропромышленному производству : матер. LIV Междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск : ЧГАА, 2015. Ч. 2. С. 128–135.

Богданов Андрей Владимирович, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет; ведущий инженер оценки безопасности и эргономичности испытываемых машин, УИЦ СХТ.

E-mail: bav-64@mail.ru.

Шафиков Рауль Исмаилович, аспирант 1-го года обучения, кафедра «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

Ганенко Сергей Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

* * *

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКИХ МЕМБРАН В СИСТЕМЕ 3D-МОДЕЛИ

А. Н. Козлов, И. С. Житенко, Р. М. Латыпов

Исследования резиновых мембран пульсаторов доильных аппаратов в пакете программ 3D-модель выявило следующее. Из-за высокой деформации резиновой мембраны, до 0,3889 мм, в мембранно-клапанном пульсаторе ПМ-1 в средней части (деформация равна 0,3889 до 0,3513 мм) образуется из-за релаксации выпуклая форма. Ее эластичность уменьшается, что приводит к нарушению режима работы пульсатора ПМ-1. В резиновой мембране мембранно-поршневого пульсатора L-80 наибольшие деформации находятся также в центральной части и изменяются в 200 раз меньше, от 0,001715 до 0,001608 мм. Это обеспечивает стабильный режим пульсатора L-80 мембранно-поршневого типа. Анализ величин вероятности случайных средних значений частоты пульсаций пульсаторов ПМ-1 и L-80, по заданными отклонениям одного из них, подтвердил стабильность работы пульсатора мембранно-поршневого типа L-80. Это подтвердило то, что выявили высокую значимость различий между пульсаторами марок L-80 (новая партия), L-80 (6 месяцев эксплуатации) и марок ПМ-1 (новая партия) и ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации). При этом не выявили значимость различий между пульсаторами марок L-80 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации). Из всех исследуемых марок пульсаторов функциональный допуск по частоте пульсаций в течение шести месяцев имеет пульсатор марки L-80 мембранно-поршневого типа. Анализ вероятности соответствия случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 и L-80, лежащих между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707, подтверждает высокую работоспособность пульсатора L-80 (0,7837).

Ключевые слова: резиновая мембрана, 3D-модель, вероятность случайных величин, деформация, частота пульсаций пульсаторов, доильный аппарат.

Машинное доение сельскохозяйственных животных не обеспечивает полноту выдаивания и раздоя в течение лактации и вызывает высокий уровень заболеваемости вымени животных маститом. Основной проблемой реализации процесса извлечения молока из вымени при машинном доении является отрицательное воздействие доильных аппаратов на молочную железу животного [1, 2, 3, 4].

Теоретически недостаточно разработаны вопросы работы мембранно-клапанного пульсатора [5]. Наличие в нем калибровочного дроссельного воздушного канала [6] и резиновой мембраны [7], работоспособность которой зависит от релаксации, определяет сложную зави-

симость от них постоянства частоты пульсаций и соотношение тактов сосания и сжатия [4, 5]. Режим работы пульсатора [8, 9, 10] находится в прямой зависимости от величины и постоянства разрежения в доильной установке. Она имеет многометровую молочно-вакуумную магистраль, коровы часто сбрасывают доильные аппараты с вымени из-за заболевания маститом, что и приводит к нестабильности вакуума в системе.

В практике машинного доения нашли применение мембранно-клапанные пульсаторы СБ-14 трехтактного аппарата ДА-3М «Волга»; ПМ-1, ДД-4-1М и АДУ 02.100 двухтактного аппарата АДУ-1; АДУ 02.200 двухтактного ап-



парата АДС, а также пульсаторы мембранно-поршневого типа двухтактных аппаратов попарного доения Interpuls L-80 (Италия), аппарат «Профимилк» (г. Екатеринбург), UNIPULS2 аппарат SAK (Дания), DuovacR (De Laval, Швеция), ПДД-1 аппарат «Дояр-К» (Кургансельмаш). Применение теории вероятности [11] особенно наглядно при рассмотрении гистограмм распределения случайных выборок параметров пневматического пульсатора доильных аппаратов [4, 5]. Нестабильность параметров, выявленная в данных исследованиях, не раскрывает физический процесс деформации мембраны. Проанализируем 3D-модели мембран мембранно-клапанного и мембранно-поршневого пульсаторов.

Цель работы – выявить закономерности деформации гибких мембран пульсаторов и их влияние на режим работы доильного аппарата.

Методика экспериментальных исследований

Согласно международного стандарта ISO 5707, на конструкцию и технические характеристики доильных установок допустимое изменение частоты пульсации и соотношения тактов должно быть в пределах $\pm 5\%$ паспортных значений [11]. С помощью прибора «Vacuscope» (рис. 1) производили запись разрежения в межстенном пространстве доильного стакана и в графическом виде выводили на дисплей с дальнейшим преобразованием полученных данных в цифровые характеристики. В качестве объектов исследования являлись новые и эксплуатируемые пульсаторы в количестве не менее 48 штук. Вероятность попадания случайной ве-

личины ξ в любой заданный интервал значений x_1 и x_2 выполнялась из условия [11]:

$$P\{x_1 \leq \xi_0 \leq x_2\} = \Phi(x_2) - \Phi(x_1), \quad (1)$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Из данной зависимости находили вероятность того, что случайная величина будет находиться в рекомендуемых диапазонах оценочных показателей работы пульсаторов.

Нагрузка на резиновую мембрану пульсатора осуществлялась циклически за счет смены величины разрежения от нуля до 50 кПа с переменной периодичностью (рис. 2).

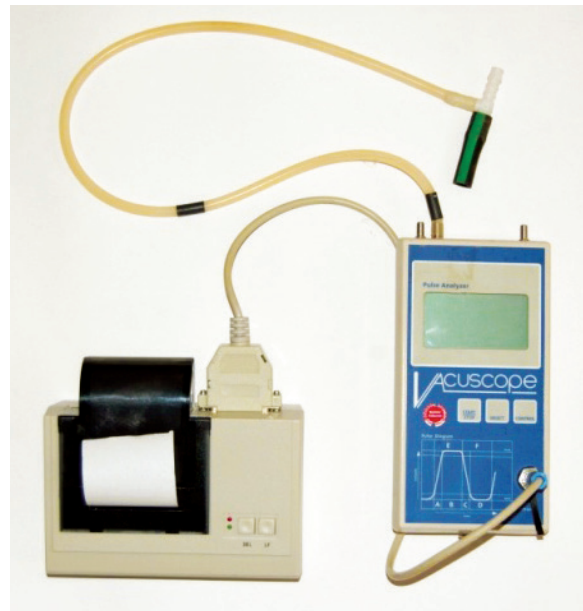


Рис. 1. Прибор VACUSCOPE для записи и распечатки на ленте режима работы пульсатора доильного аппарата

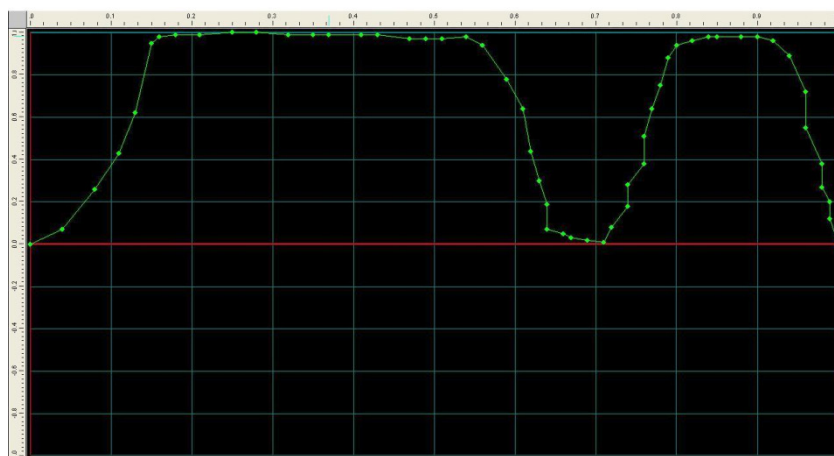


Рис. 2. График изменения нагрузки на резиновую мембрану пульсатора

Модели резиновых мембран мембранно-клапанного и мембранно-поршневого пульсаторов представлены на рисунках 3 и 4.

Результаты исследований

Деформация мембраны в мембранно-клапанном пульсаторе изменяется в диапазоне от 0,3889 до 0,0000 мм. Наибольшие значения деформации мембраны приходятся на ее выпуклую среднюю часть. Ее площадь равна площади верхнего клапана пульсатора. Максимальные значения деформации (розовый цвет) приходятся на гребень 1 и изменяются от 0,3889 до

0,3513 мм (рис. 5). Вниз по обе стороны гребня значения деформации (красный цвет) значительно убывают от 0,3336 до 0,2454 мм. Деформация мембраны в этой зоне вызывает релаксацию средней части. Мембрана, изначально имея плоскую форму, приобретает характерную выпуклую форму в средней части (рис. 5).

Она не деформируется, нарушается ее эластичность, и в итоге изменяется режим работы пульсатора. Переходная зона 2 (зеленый цвет) имеет значения деформации мембраны от 0,2100 до 0,1236 мм (рис. 5). Она в свою очередь переходит в зону крепления (синий цвет)

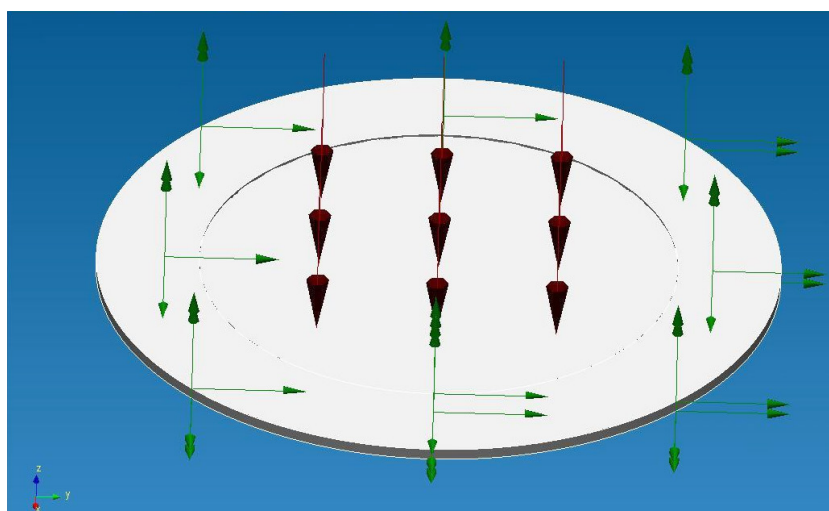


Рис. 3. Конечно-элементная модель мембраны мембранно-клапанного пульсатора

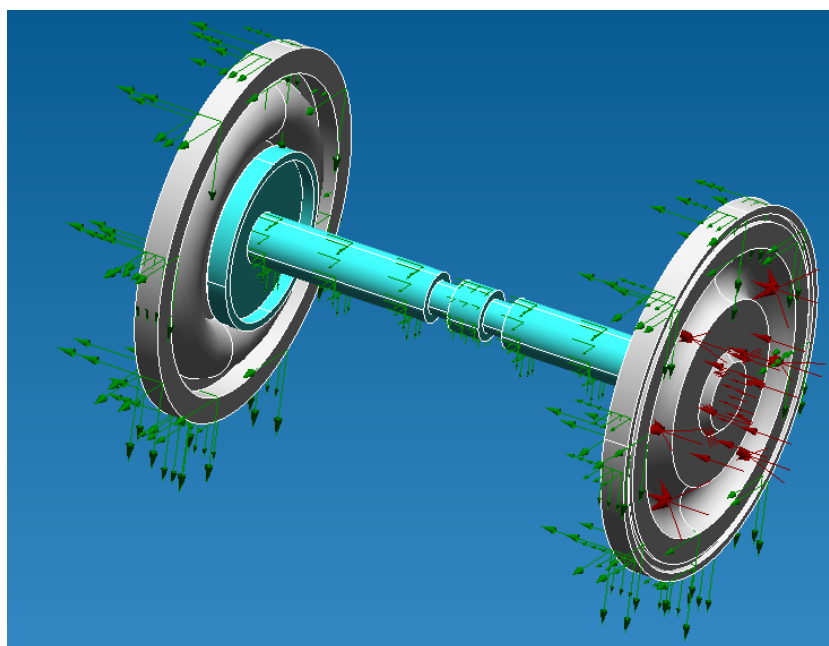


Рис. 4. Схема нагружения мембранно-клапанного механизма мембранно-поршневого пульсатора попарного доения



с убывающей (0,08827 до 0,0000 мм) деформацией. В этой зоне мембрана по периметру имеет жесткое крепление, а по центру ее перемещения ограничиваются клапаном (рис. 5).

Мембрана в мембранно-поршневом пульсаторе, в отличие от вышерассмотренной, имеет также плоскую форму, но изготовленную с кольцевыми выступами в средней части и в центре (рис. 6).

Ее деформация в результате изменения конфигурации уменьшилась в 200 с лишним раз и находится в диапазоне от 0,001715 до 0,000000 мм.

Наибольшие деформации (розовый цвет) мембраны находятся в центральной части в зоне центрального кольца и изменяются от 0,001715 до 0,001608 мм (рис. 7). Это обеспечивает передачу максимального усилия от деформации мембраны на шток с клапанами. Высота центрального кольца создает зазор между мембраной и клапаном, поэтому создаются деформации (красный цвет) от 0,001501 до 0,001179 мм, увеличивающие усилие на шток с клапанами (рис. 7).

Деформации кольцевого углубления в средней части мембраны (зеленый цвет) незначительны, от 0,000967 до 0,000636 мм (рис. 7). Это не вызывает релаксацию мембраны и увеличивает ее работоспособность. Наименьшие деформации (синий цвет) от 0,000321 до 0,000000 мм приходятся на краевую зону мембран по периметру ее крепления.

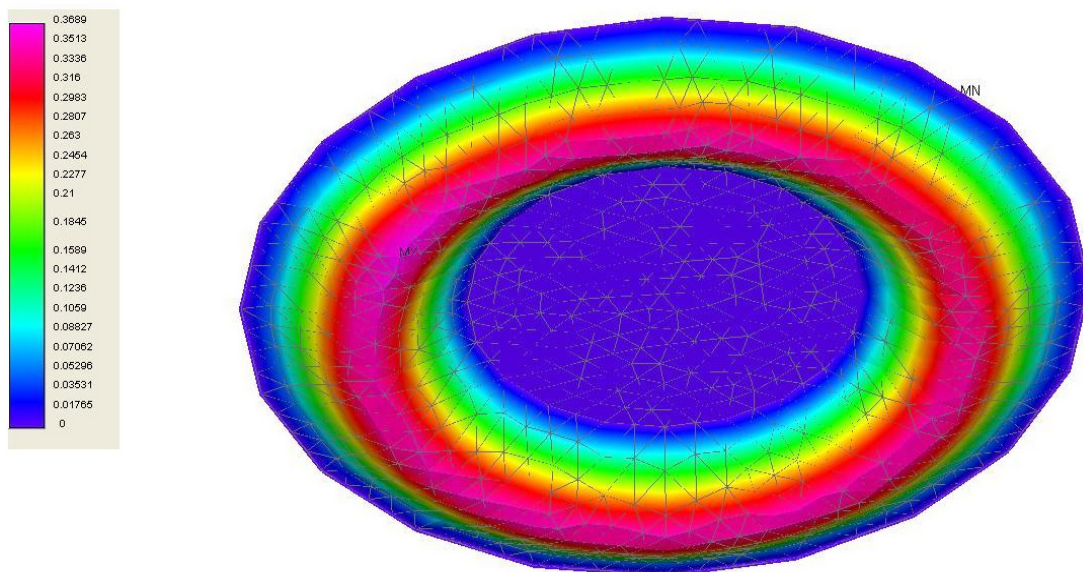
Таким образом, выявили, что деформация резиновой мембраны мембранно-поршневого пульсатора в 200 раз меньше, чем деформация резиновой мембраны мембранно-клапанного пульсатора. Это и определяет стабильный режим пульсатора мембранно-поршневого типа.

В подтверждение полученных результатов исследований произведем анализ величин вероятности случайных средних значений частоты



- 1 – кольцевая выпуклость в средней части;
- 2 – кольцевая выпуклость в центре

Рис. 6. Конфигурация плоской мембраны мембранно-поршневого пульсатора



- 1 – гребень; 2 – переходная зона

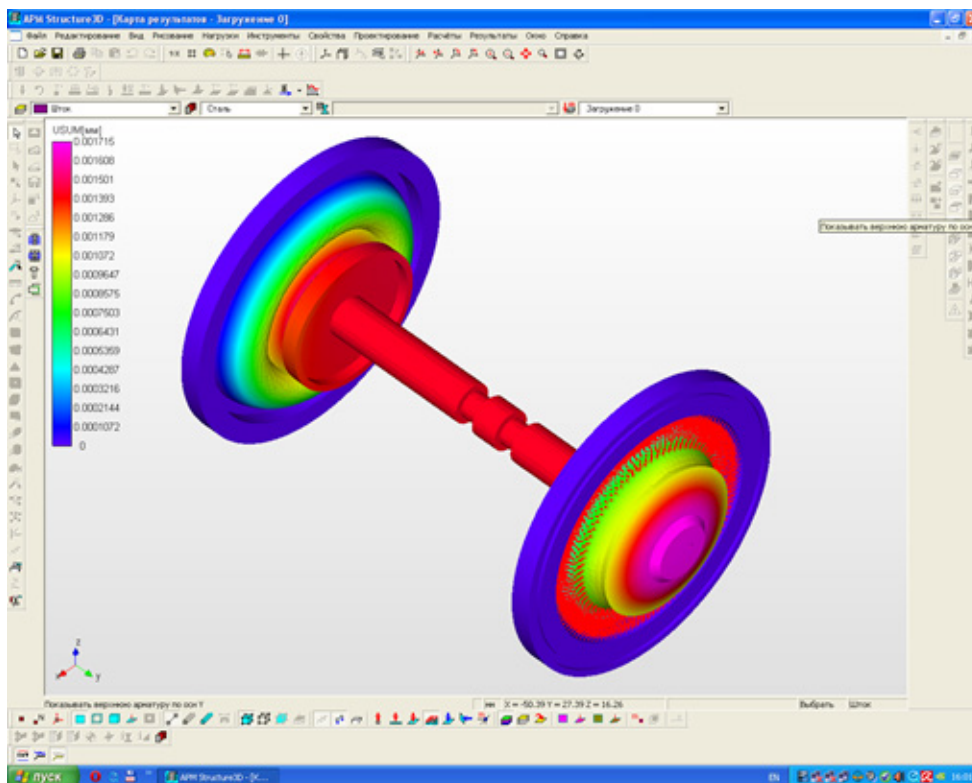
Рис. 5. Деформация мембраны (3D-модель) мембранно-клапанного пульсатора

пульсаций пульсаторов по заданными отклонениям одного из них. Вероятности случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации), L-80 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации), что они примут значения, лежащее между заданными отклонениями частоты пульсаций пульсатора марки ПМ-1(новая партия), равны и составляют от 0,4452 до 0,4999 (табл. 1). Эти данные указывают на высокую значимость различий.

Вероятности случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 (новая партия), L-80 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации), что они примут значения, лежащие между заданными отклонениями частоты пульсаций пульсатора марки ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации), равны и составляют от 0,1844 до 0,2018 (табл. 1). Эти данные указывают на низкую значимость различий. Вероятности случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 (новая партия), ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации) и L-80 (6 месяцев эксплуатации), что они примут значения, лежащие между заданными отклонениями частоты пуль-

саций пульсатора марки L-80 (новая партия), равны и составляют от 0,4821 до 0,499 (табл. 1). Эти данные указывают на высокую значимость различий. Вероятности случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 (новая партия), ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации) и L-80 (новая партия), что они примут значения, лежащие между заданными отклонениями частоты пульсаций пульсатора марки L-80 (6 месяцев эксплуатации), составляют от 0,3830 до 0,4999 (табл. 1). Выявили высокую значимость различий между пульсаторами марок ПМ-1 (новая партия), ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации) и марки L-80 (6 месяцев эксплуатации). Выявили невысокую значимость различий между марками пульсаторов L-80 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации).

Таким образом, анализ величин вероятности случайных средних значений частоты пульсаций исследуемых пульсаторов, по заданным отклонениям одного из них, выявил высокую значимость различий каждой новой партии пульсаторов ПМ-1 и L-80. Выявили, что очень важно, высокую значимость различий между



1 – шток; 2 – клапан; 3 – мембрана

Рис. 6. Деформация мембраны (3D-модель) мембранно-поршневого пульсатора попарного доения



пульсатором марки L-80 (6 месяцев эксплуатации) и марок ПМ-1 (новая партия) и ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации). Выявили, что также важно, и низкую значимость различий между пульсаторами марок L-80 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации). Это означает, что пульсаторы марки L-80 имеют стабильную частоту пульсаций в течение шести месяцев.

Анализ вероятности соответствия случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 и L-80, лежащие между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707 (табл. 2), подтверждает высокую работоспособность пульсатора L-80. Вероятность соответствия случайных величин частоты пульсаций, лежащих между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707, составила 0,7837.

В то же время вероятности соответствия случайных величин частоты пульсаций, лежащие между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707, пульсаторов марок ПМ-1 (новая партия) и L-80 (6 месяцев эксплуатации) равны и составляют, соответственно, 0,5665 и 0,5293. Низкую вероятность соответствия случайных

величин частоты пульсаций, лежащих между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707, выявили у пульсатора ПМ-1 (6 месяцев эксплуатации) 0,1423.

Выводы

1. Исследования резиновых мембран пульсаторов ПМ-1 и L-80 доильных аппаратов в пакете программ 3D-модель выявили высокую деформацию мембраны, до 0,3889 мм, в пульсаторе ПМ-1, что приводит к нарушению режима работы пульсатора ПМ-1. В резиновой мембране мембранно-поршневого пульсатора L-80 деформации меньше, от 0,001715 до 0,001608 мм, что обеспечивает стабильный режим пульсатора L-80.

2. Анализ величин вероятности случайных средних значений частоты пульсаций пульсаторов, не находящихся в эксплуатации и эксплуатируемых в течение 6 месяцев, ПМ-1 и L-80, по заданными отклонениям одного из них, подтвердил стабильность работы пульсатора мембранно-поршневого типа L-80 в течение 6 месяцев.

Таблица 1 – Вероятности случайных величин частоты пульсаций между пульсаторами различных по маркам и срокам эксплуатации, лежащие между заданными отклонениями одной из них

Марка пульсатора	ПМ-1 новая партия	ПМ-1 6 месяцев эксплуатации	L-80 новая партия	L-80 6 месяцев эксплуатации
ПМ-1 новая партия	–	0,4999	0,4452	0,4453
ПМ-1 6 месяцев эксплуатации	0,2018	–	0,1844	0,1950
L-80 новая партия	0,4929	0,4999	–	0,4821
L-80 6 месяцев эксплуатации	0,4931	0,4999	0,3830	–

Таблица 2 – Вероятности случайных величин частоты пульсаций пульсаторов различных марок, лежащие между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707

Марка пульсатора	Параметры нормального распределения		Вероятность соответствия ГОСТ ISO 5707
	<i>a</i>	σ	
ПМ-1 новая партия	67,54	5,04	0,5665
ПМ-1 6 месяцев эксплуатации	79,8	16,57	0,1423
L-80 новая партия	61,21	4,02	0,7837
L-80 6 месяцев эксплуатации	64,23	4,23	0,5293

3. Анализ вероятности соответствия случайных величин частоты пульсаций пульсаторов марок ПМ-1 и L-80, лежащих между заданными отклонениями по ГОСТ ISO 5707, подтвердил высокую работоспособность пульсатора L-80 (0,7837).

4. Из исследуемых марок пульсаторов функциональный допуск по частоте пульсаций в течение шести месяцев имеет пульсатор марки L-80 мембранно-поршневого типа.

Список литературы

1. Козлов А. Н., Пястолов В. А. Цифровая технология доения коров // Наука и просвещение: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2021. С. 30–34.

2. Козлов А. Н., Пястолов В. А. Проблемы адаптации техники в сельском хозяйстве // АПК России. 2021. Т. 28. № 1. С. 48–56.

3. Козлов А. Н., Пястолов В. А. Исследование механической стимуляции рефлекса молокоотдачи у животных // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения : сб. ст. XXIII Междунар. науч.-практ. конференции. Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2021. С. 61–66.

4. Козлов А. Н., Черницкий А. В., Алешин А. В. Адаптивное доильное оборудование : монография. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2017. 208 с.

5. Козлов А. Н. Повышение работоспособности доильных аппаратов : монография. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2016. 99 с.

6. Козлов А. Н., Саидов Ф. М. Определение коэффициента сопротивления дросселя пульсатора доильного аппарата // Идеи молодых – агропромышленному комплексу : матер. LXVI студенч. науч. конференции. Челябинск, 2015. С. 100–105.

7. Козлов А. Н. Исследование напряженно-деформированного состояния мембраны пульсатора доильного аппарата в системе АРМ WinMachine // Научные достижения и открытия 2018 : сб. ст. IV Междунар. науч.-практ. конкурса. Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2018. С. 43–48.

8. Козлов А. Н. Исследование мембранных пульсаторов доильных аппаратов // АПК России. 2017. Т. 24. № 3. С. 661–666.

9. Козлов А. Н., Мавлянов Г. М. Исследование клапанно-мембранных пульсаторов доильных аппаратов // Достижения науки – агропромышленному производству : матер. LI Междунар. науч.-техн. конференции. Челябинск : ЧГАА, 2013. Ч. 3. С. 158–162.

10. Козлов А. Н. Исследование пульсаторов доильных аппаратов различных типов // Современные тенденции технологического развития агропромышленного комплекса : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии (Челябинск, 2020). Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2020. С. 61–69.

11. Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М. : Наука, 1968. 288 с.

12. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика. Международный стандарт ISO 5707. М., 1987. 25 с.

Козлов Александр Николаевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Житенко Иван Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: zhitenko77@yandex.ru.

Латыпов Рафкат Мирхатович, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: mtpitmg@mail.ru.

* * *

УДК 631.316.4

К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМА РАБОТЫ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА НА КАЧЕСТВО ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ

Р. М. Латыпов, М. Н. Калимуллин, Э. Г. Мухамадиев, С. И. Силков

В статье теоретически обоснованы конструктивные параметры рабочего органа для междурядной обработки, определены уровни варьирования параметров и режима работы, разработана методика проведения экспериментальных исследований на основе трехфакторного эксперимента с трехуровневым варьированием факторов.

Ключевые слова: обработка, диск, рабочий орган, эксперимент, параметры, методика, операция, исследования, культура.

Теоретические исследования

Одной из важнейших технологических операций при возделывании пропашных культур является междурядная обработка. Наряду с рыхлением почвы и борьбы с сорными растениями для ряда культур операция должна предусматривать формирование гребня из рыхлой почвы. Для выполнения данных условий, как правило, используется набор рабочих органов, соединенных последовательно, каждый из которых выполняет определенную функцию [3].

Предлагаемая схема технологического процесса обработки предусматривает рыхление междурядий стрельчатой лапой 1, смещение пласта разрыхленной почвы к защитной

зоне растений дисковыми рабочими органами предложенной конструкции [2], наращивание гребня из рыхлой смещенной почвы дисковым орудием 7 (рис. 1).

Дисковый рабочий орган предлагаемой конструкции представляет собой конический диск 5, закрепленный посредством подшипникового узла 4 к стойке 1 через регулировочный кронштейн 2. С целью повышения интенсивности рыхления почвы на диске предусмотрены пальцы 6 (рис. 2).

Согласно проведенного ранее кинематического анализа движения точек внешней окружности диска (точек лезвия) теоретически установлено, что на величину смещения почвы

относительно осей существенно влияют: скорость движения, угол наклона диска в продольной плоскости – α и угол наклона в поперечной плоскости – β (рис. 3) [2].

Взаимосвязь параметров и скоростного режима определяется системой уравнений относительно системы координат $O_1X_1Y_1Z_1$ (рис. 3):

$$\begin{cases} x = V \cdot t + R \cdot (\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \omega t + \cos \alpha \cdot \cos \omega t); \\ y = R \cdot (\sin \alpha - \sin \alpha \cdot \sin \omega t + \sin \beta \cdot \cos \alpha \cdot \sin \omega t); \\ z = R \cdot (\cos \beta - \cos \beta \cdot \sin \omega t), \end{cases} \quad (1)$$

где α – угол наклона диска в продольной плоскости, град;

β – угол наклона в поперечной плоскости, град.;

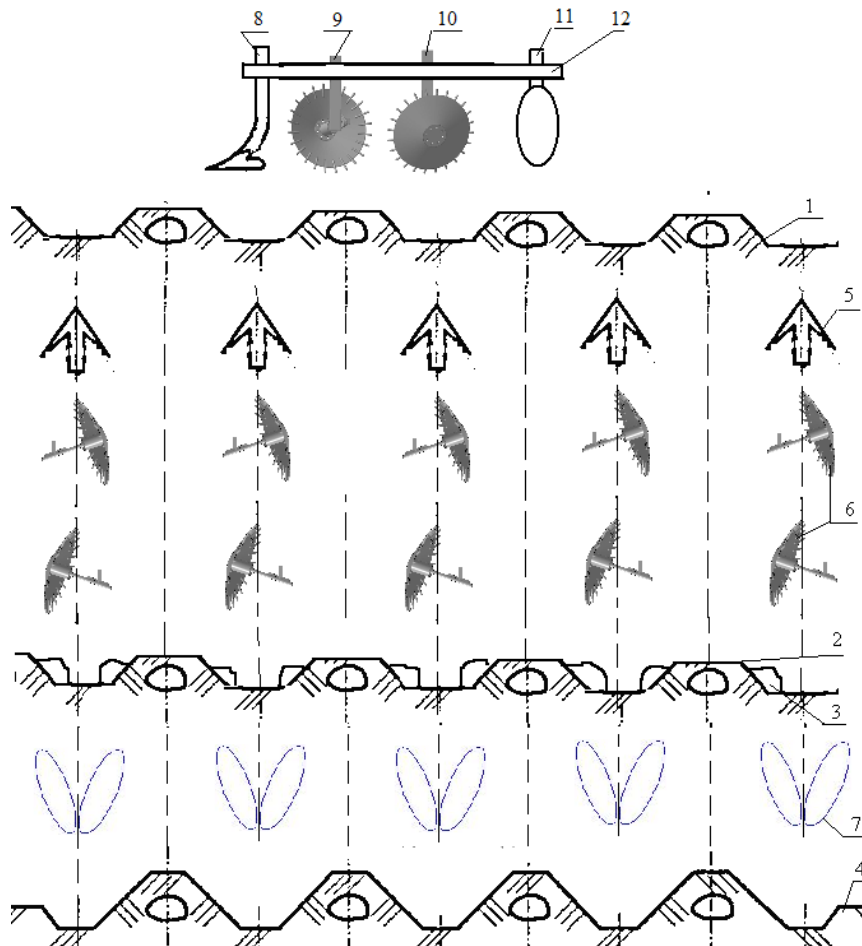
R – радиус диска, мм.

V – скорость движения агрегата м/с;

t – время движения, с;

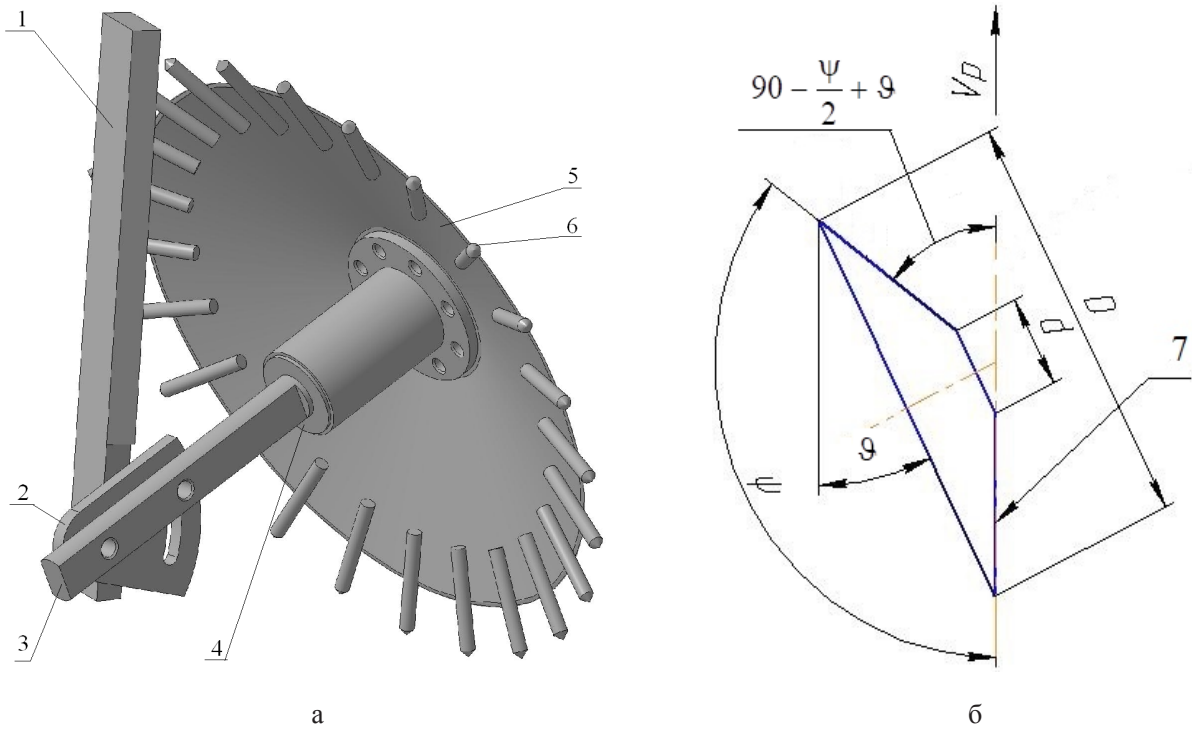
ω – угловая скорость вращения диска, рад./с;

Кинематический анализ позволил определить характер влияния параметров рабочего органа и скорости движения на смещение точек диска и изменения их абсолютной скорости (рис. 4), на основе которого предварительно приняты пределы изменения углов установки диска α и β . В частности, наиболее приемлемым по величине смещения точек лезвия диска относительно продольной оси OX является значение угла $\beta = 40^\circ$, а в качестве изменяемого параметра целесообразно принять угол α в пределах $0-20^\circ$.



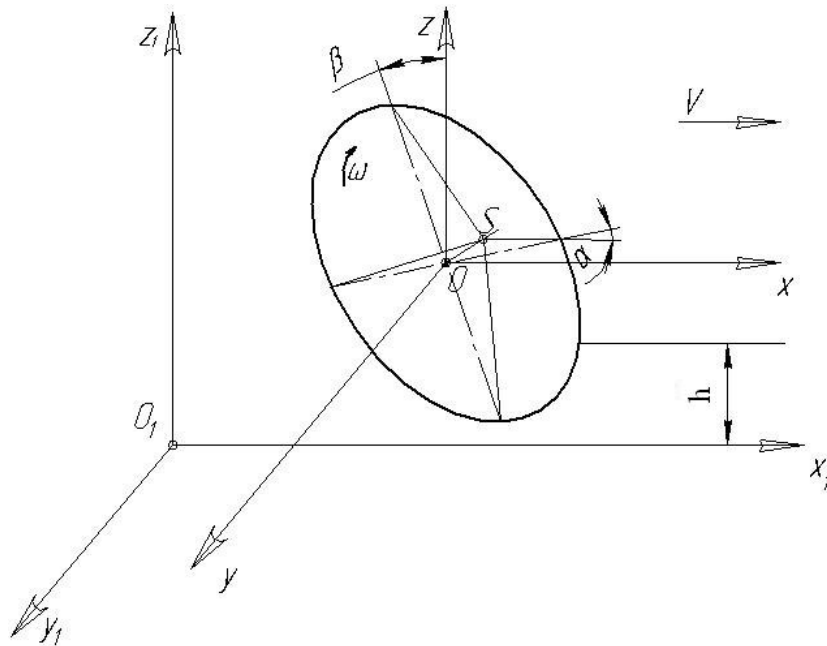
1 – перед обработкой; 2 – после обработки стрелчатыми лапами и рабочими органами предлагаемой конструкции; 3 – образованный вал разрыхленной почвы; 4 – после обработки; 5 – стрелчатая лапа; 6 – рабочие органы предлагаемой конструкции; 7 – окучник; 8 – стрелчатые лапы; 9, 10 – комплект предлагаемых рабочих органов; 11 – дисковый окучник; 12 – рама культиватора

Рис. 1. Схема технологического процесса междурядной обработки



1 – стойка, 2 – регулировочный кронштейн, 4 – подшипниковый узел, 5 – конический диск; 6 – пальцы; 7 – образующая конуса; V_p – скорость движения, d – диаметр вершины конуса; D – диаметр основания конуса; Ψ – угол конусности; ϑ – угол, образованный между нижним основанием и направлением движения

Рис. 2. Параметры рабочего органа: а – вид рабочего органа; б – параметры рабочего органа



α – скорость движения, угол наклона диска в продольной плоскости; β – угол наклона в поперечной плоскости; V – поступательная скорость движения; h – глубина заглабления диска; ω – угловая скорость вращения диска

Рис. 3. Схема движения диска

Очевидно, что при поступательном движении рабочего органа объем смещаемой почвы, образующей гребень, будет зависеть от углов установки α , β и величины заглубления диска. Объем смещаемой почвы можно представить в виде зависимости:

$$Q = S \cdot V, \quad (2)$$

где Q – объем смещаемой почвы, м^3 ;

S – площадь пласта почвы в сечении, м^2 .

Площадь смещаемого пласта почвы при величине заглубления h можно представить следующим образом (площади сегмента диска ABC , рис. 5):

$$S = \int_0^h y_1, \quad (3)$$

где y_1 – проекция точек окружности диска относительно оси OZ_1 .

Искомое уравнение проекции точек окружности диска относительно оси OZ_1 y_1 определено с использованием системы уравнений (1) в плоскости $Y_1O_1Z_1$ путем решения относительно величины Z_1 :

$$y_1 = R \cdot \sin \alpha + R \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{R \cdot \cos \beta - z_1}{R \cdot \cos \beta} \right) - R \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{R \cdot \cos \beta - z_1}{R \cdot \cos \beta} \right)^2}. \quad (4)$$

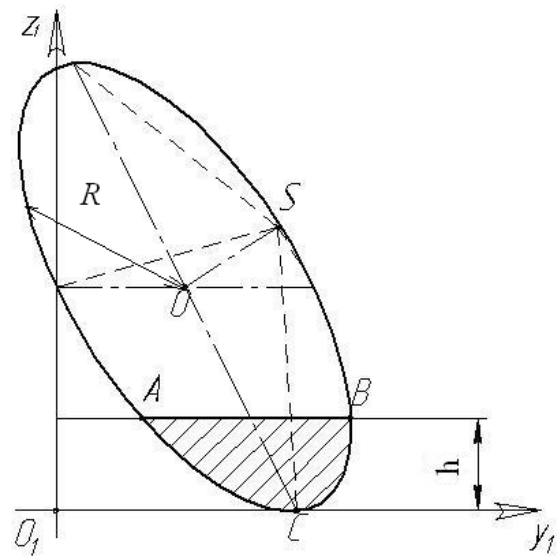
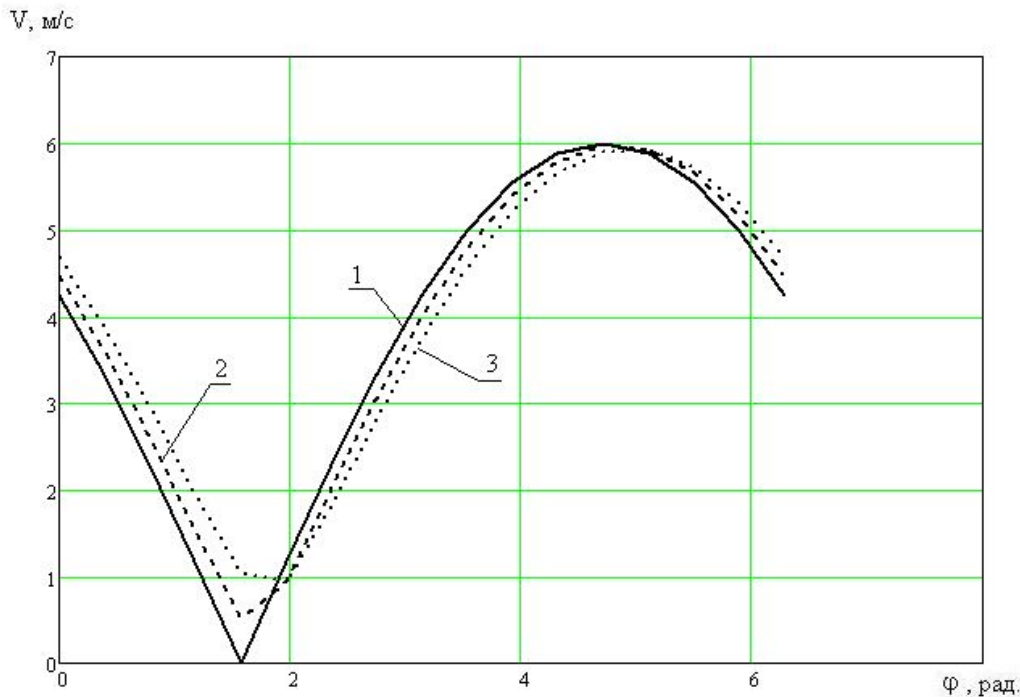


Рис. 5. К расчету площади поперечного сечения пласта почвы



1 – $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 40^\circ$; 2 – $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 40^\circ$; 3 – $\alpha = 20^\circ$, $\beta = 40^\circ$

Рис. 4. Зависимость абсолютной скорости точек окружности диска по оси Y в зависимости от угла поворота φ



Площади в поперечном сечении пласта почвы при высоте z_1 равной глубине обработки h находим путем интегрирования с изменением глубины обработки h в диапазоне от 0 до h :

$$\begin{aligned}
 S = \int_0^h y_1 = & R \cdot h \cdot \sin \alpha - \frac{h^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta}{2 \cdot \cos \beta} + \\
 & + R \cdot h \cdot \cos \alpha \cdot \sin \beta - \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha}{4} - \\
 & - 0,5 \cdot R^2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha \cdot \left(\arcsin \left(\frac{h}{R \cdot \cos \beta} - 1 \right) + \right. \\
 & \left. + \sqrt{1 - \left(\frac{h}{R \cdot \cos \beta} - 1 \right)^2} \cdot \left(\frac{h}{R \cdot \cos \beta} - 1 \right) \right). \quad (5)
 \end{aligned}$$

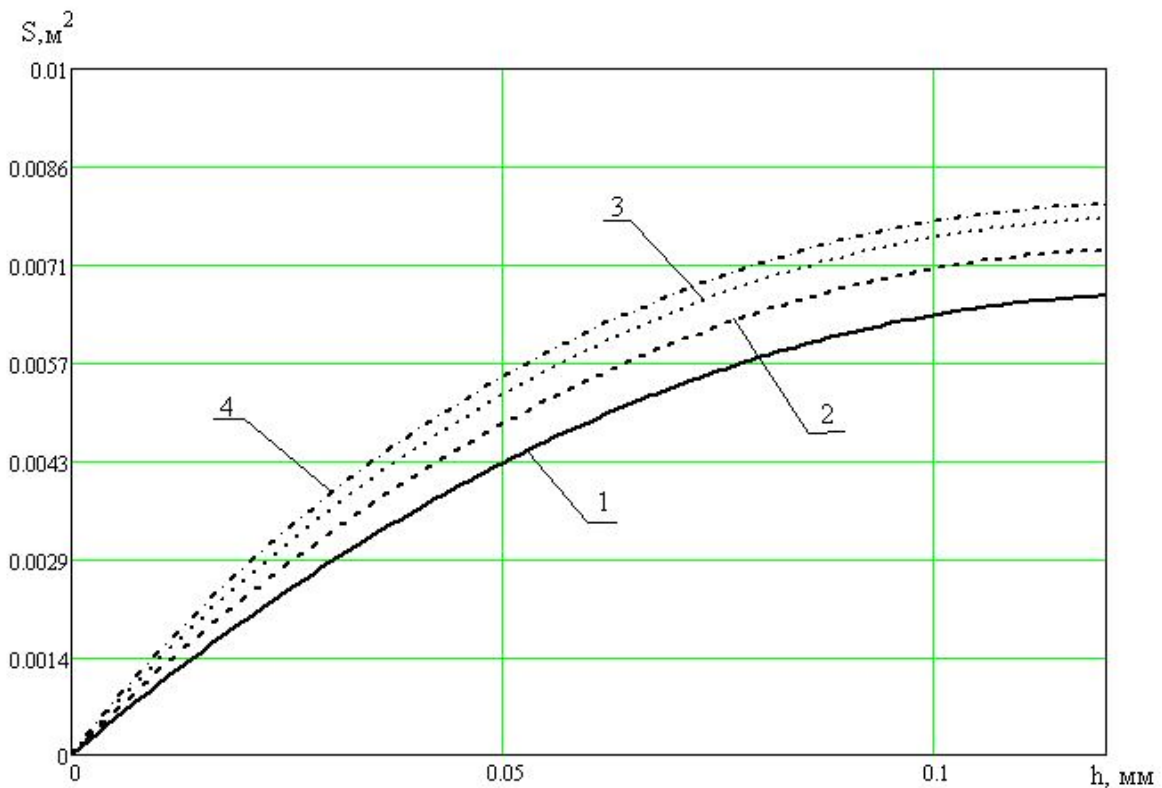
При рассмотрении влияния углов α , β и глубины обработки h на площадь поперечного сечения пласта можно утверждать, что изменение угла α является неопределяющим (рис. 6). С увеличением данного угла в пределах от 0 до 20° изменение площади составляет в пределах 10%.

Принимая угол $\beta = 40^\circ$ как постоянный, графическое представление зависимости объема смещаемой почвы (2) при изменении скорости движения и угла α имеет следующий вид (рис. 7).

Таким образом, угол установки диска в поперечной плоскости β как конструктивный параметр должен находиться в пределах от 37° до 45° , что обеспечивает максимальную площадь пласта в поперечном сечении независимо от глубины обработки. В первом приближении принято значение угла 40° .

Методика экспериментальных исследований

С целью экспериментальной проверки расчетных значений и при необходимости корректирования предварительно принятых значений параметров планируется проведение эксперимента, в задачи которого входит исследование влияния параметров и режима работы экспериментального рабочего органа на качественные показатели обработки;



1 – $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 40^\circ$; 2 – $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 40^\circ$; 3 – $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 40^\circ$; 4 – $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 40^\circ$

Рис. 6. Влияние угла установки рабочего органа α на площадь в поперечном сечении срезаемого пласта почвы ($\beta = 40^\circ$, $R = 0,165$ м, $h = 0,1$ м)

Для проведения экспериментальных исследований необходимо изготовить опытные образцы рабочих органов с углами конусности, обеспечивающими угол поворота, угол наклона в поперечной плоскости $\beta = 30, 40$ и 50 градусов в соотношении $\psi = 180^\circ - \beta$ (рис. 1). Соотношение углов следующее:

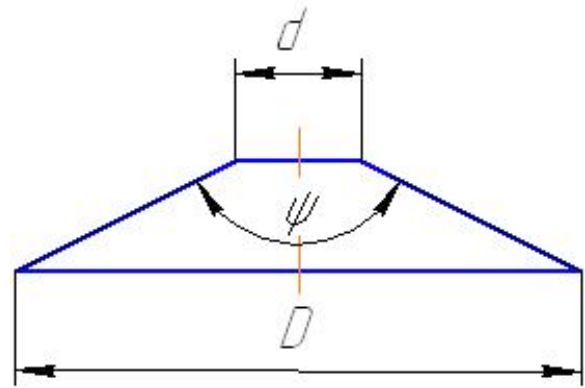
- при угле установки $\beta = 30^\circ$, угол конуса $\psi = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$;
- при угле установки $\beta = 40^\circ$, угол конуса $\psi = 180^\circ - 30^\circ = 140^\circ$;
- при угле установки $\beta = 50^\circ$, угол конуса $\psi = 180^\circ - 30^\circ = 130^\circ$.

Каждый из рабочих органов должен представлять собой конусный диск с жестко закрепленными на поверхности по внешней окружности с внутренней части пальцы с шагом 15° , длиной 50 мм, всего 24 штуки (рис. 1).

С помощью стойки рабочие органы устанавливаются на грядилы культиватора аналогично стандартным рабочим органам. Угол наклона диска в продольной плоскости (α) обеспечивается за счет конструкции стойки, имеющего кронштейн с пазом для поворота оси рабочего органа (рис. 1).

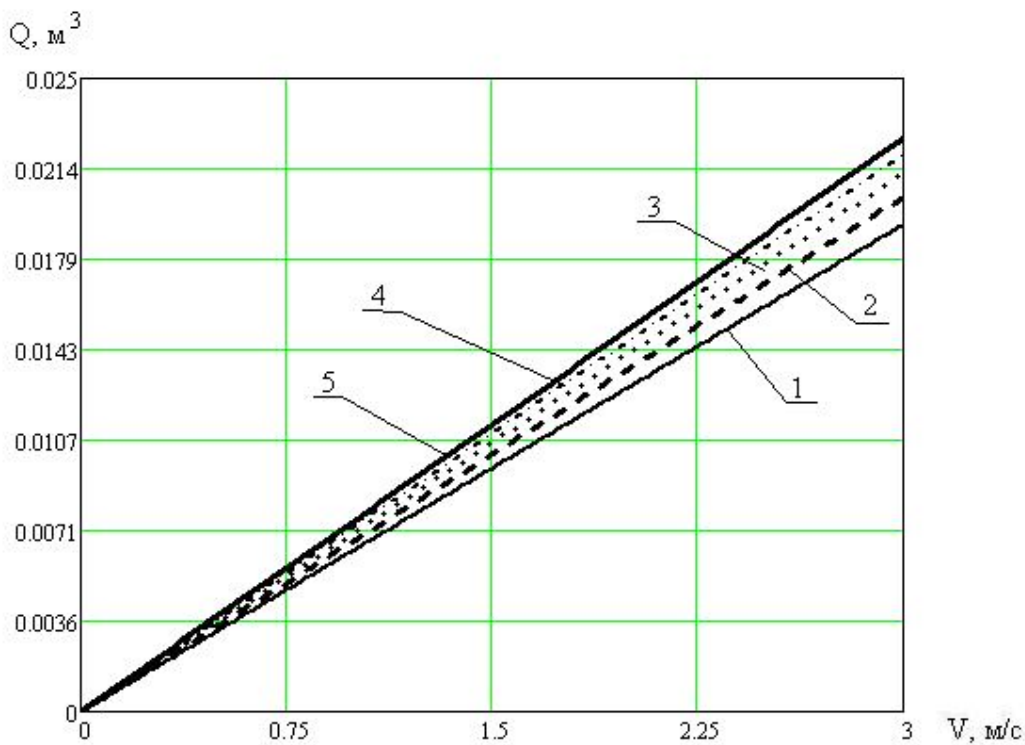
Факторы и параметры оптимизации, влияющие на процесс обработки почвы, разделены на четыре группы (табл. 1).

Уровни варьирования управляемых факторов приняты на основании проведенных расчетов, их значения приведены в таблице 2.



D – диаметр основания конуса (330 мм);
 d – диаметр вершины конуса (100 мм);
 ψ – угол конуса

Рис. 8. Параметры диска



1 – $\alpha = 0^\circ$; 2 – $\alpha = 5^\circ$; 3 – $\alpha = 10^\circ$; 4 – $\alpha = 15^\circ$; 5 – $\alpha = 20^\circ$

Рис. 7. Влияние поступательной скорости движения агрегата при угле установки рабочего органа $\beta = 40^\circ$ и различных углах α на объем перемещаемой почвы ($h = 0,1$ м, $R = 0,165$ м)



Группы входных и неуправляемых факторов представляют условия проведения эксперимента и определяются по общепринятой методике.

В качестве критериев оптимизации были выбраны общепринятые показатели качества междурядной обработки: степень крошения почвы, K_p ; степень уничтожения сорняков, K_c ; степень повреждаемости растений, K_n ; высота формирования гребня [4, 5].

В качестве обобщающего критерия качества обработки предложен безразмерный показатель, рассчитываемый по выражению [4]:

$$F = \frac{K_p}{100} \cdot \frac{K_c}{100} \cdot \frac{(1 - K_n)}{100} \cdot \frac{H}{0,5 \cdot (M - B) \cdot \operatorname{tg} \alpha'}, \quad (6)$$

где M – ширина междурядий;

B – ширина верхнего основания гребня;

α' – угол естественного откоса почвы.

Критерий F имеет пределы изменения от 0 до 1. Максимальное его значение соответствует наилучшему качеству обработки при значении показателей $H = 0,5 \cdot (M - B) \cdot \operatorname{tg} \alpha'$, $K_c = 100\%$; $K_p = 100\%$, $K_n = 0\%$.

Для получения эмпирической модели, описывающей процесс обработки почвы, предполагается проведение трехфакторного эксперимента с трехуровневым варьированием их значений. Для реализации эксперимента принят план Бокса-Бенкина, в котором используются 3 уровня факторов, предусматривающих проведение 15 опытов, в том числе 3 – в центре эксперимента (табл. 3).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на процесс междурядной обработки

Факторы входной группы	Факторы контролируемые, неуправляемые	Управляемые факторы	Выходные параметры
Z_1 – плотность почвы, г/см	W_1 – влажность почвы	X_1 – угол наклона диска в продольной плоскости (α)	Y_1 – размеры гребня (высота, ширина верхнего и нижнего оснований)
Z_2 – структурный состав почвы	W_2 – температура	X_2 – угол установки рабочего органа в поперечной плоскости (β)	Y_2 – засоренность посадок
Z_3 – засоренность посадок	W_3 – тип почвы	X_3 – скорость движения агрегата	Y_3 – структурный состав почвы
Z_4 – размеры гребня (высота, ширина верхнего и нижнего оснований)	–	–	Y_4 – повреждаемость растений

Таблица 2 – Уровни варьирования факторов

Фактор (код)	Нулевой уровень	Интервал варьирования
Угол α , град. (X_1)	10°	10°
Угол β , град. (X_2)	40°	10°
Скорость, м/с (X_3)	2	1

Таблица 3 – Матрица плана эксперимента (Бокса-Бенкина) для трех факторов в кодированном виде [6]

№ опыта	X_1	X_2	X_3
1, 2, 3, 4	+1, -1, +1, -1	+1, -1, -1, +1	0, 0, 0, 0
5, 6, 7, 8	+1, -1, +1, -1	0, 0, 0, 0	+1, +1, -1, -1
9, 10, 11, 12	0, 0, 0, 0	+1, -1, -1, +1	-1, +1, -1, +1
13, 14, 15	0, 0, 0	0, 0, 0	0, 0, 0

Экспериментальные рабочие органы планируются устанавливать на серийный пропашной культиватор (три комплекта рабочих органов с углами конусности – ψ – 150°, 140° и 130°).

Эксперимент должен проводиться на специально подготовленном участке производственных посадок в двухкратной повторности по два прохода агрегата при длине гона не менее 300 м. После прохождения агрегата для каждого опыта предполагается проведение: замеров параметров гребня, расчет количества сорняков и повреждений растений, определение фракционного состава в соответствии с принятой методикой.

После проведения всех опытов и обработки данных предполагается в соответствии с принятой методикой обработки экспериментальных данных [6] определение коэффициентов регрессии второго порядка вида α и β :

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{ij=1}^3 b_{ij} x_i y_j + \sum b_{ij} x_i^2, \quad (7)$$

где Y – переменная, характеризующая объект исследования;

x_i – i -й фактор;

b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты регрессии;

j – номер фактора, отличный от i .

Выводы

Рассмотрение представленных зависимостей позволяет сделать следующие выводы и предположения:

1. Угол установки диска в поперечной плоскости должен находиться в пределах от 37° до 45°, что обеспечивает максимальную площадь перемещаемого пласта почвы в поперечном сечении независимо от глубины обработки.

2. Соотношение угла поворота β , угол вершины конуса дискового рабочего органа – $\psi = 180^\circ - \beta$.

3. Рекомендуемый угол наклона рабочего органа в продольной плоскости (угол атаки) существенного влияния на площадь в поперечном сечении пласта в пределах 0–20°.

4. Для проведения экспериментальных исследований целесообразным является проведение трехфакторного эксперимента с трехуровневым варьированием факторов. Определены уровни варьирования факторов, в качестве плана эксперимента выбран план Бокса Бенкина.

Список литературы

1. Результаты тяговых испытаний грядообразователя фрезерного типа / А. П. Дорохов, Р. М. Латыпов, Э. Г. Мухамадиев, П. М. Подолько // Тракторы и с.-х. машины. 2008. № 2. С. 13–16.

2. Латыпов Р. М., Мухамадиев Э. Г., Придатченко В. С. Обоснование параметров дискового рабочего органа для междурядной обработки картофеля // Актуальные вопросы агроинженерных и агрономических наук : матер. Нац. науч. конф. Института агроинженерии, Института агроэкологии / под ред. С. А. Гриценко. Челябинск, 2020. С. 93–105.

3. Латыпов Р. М., Мухамадиев Э. Г. Обоснование грядоленочной технологии возделывания картофеля // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 1997. Т. 21. С. 37.

4. Мухамадиев Э. Г. Обоснование параметров и режимов работы ротационного рабочего органа для междурядной обработки картофеля : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Челябинск, 1993.

5. Калимуллин М. Н. Совершенствование технологических процессов и технических средств для возделывания картофеля : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Казань, 2017. 40 с.

6. Веденяпин Г. В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М. : Колос, 1973. 199 с.

Латыпов Рафкат Мирхатович, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: mtpitmg@mail.ru.

Калимуллин Марат Назипович, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

E-mail: marat-kmn@yandex.ru.



Мухамадиев Эдгар Гилмханович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: edgar-m65@msil.ru.

Силков Сергей Ильич, канд. с-х. наук, доцент кафедры «Технический сервис машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: sergvoclis@mail.ru.

* * *

УДК 631.589.2:636.085.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ГИДРОПОННОГО ЗЕЛЕННОГО КОРМА, ПОВЫШАЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫХОДА КОРМОВОЙ МАССЫ

И. Г. Торбеев, Г. П. Лещенко, Е. А. Лещенко

Предложена технологическая схема выращивания гидропонного зеленого корма с целью повышения эффективности заготовки экологически чистых кормов. Экспериментальным путем удалось установить влияние электрообработки на биомассу. Подобраны оптимальные параметры применения электрообработки. Применение предлагаемой технологической схемы позволяет увеличить получаемую биомассу на 10–15 % при сохранении биологической полноценности продукции.

Ключевые слова: биомасса, электрообработка семян, гидропонный зеленый корм, технологическая схема, коронный заряд.

Хозяйственная деятельность человека зачастую способствует загрязнению окружающей среды. В особенности такие виды народного хозяйства, как тяжелая промышленность, металлургия, добывающее и обрабатывающее производство. По силе воздействия на окружающую среду они считаются наиболее опасными. Главной причиной выступают устаревшие технологии работы и большая концентрация предприятий в пределах маленьких площадей или одной территории. На части крупных заводов не предусмотрена система экологической безопасности (или же она сильно упрощена). В настоящее время воздействие вредных производств на окружающую среду определяется значи-

тельными объемами выбросов в атмосферный воздух, водопотребления для промышленных целей и сбросов сточных вод, что в свою очередь приводит к ухудшению свойств почвы, накоплению в ней вредных веществ, таких как тяжелые металлы, и опасных радиоактивных соединений.

Есть регионы, для которых сложная экологическая обстановка является характерной. В таких областях существует целый комплекс экологических проблем, связанных с нарушением природного баланса: загрязнение почвы, воздуха, воды, накопление в огромных объемах промышленных и бытовых отходов, в том числе и самых опасных: тяжелых металлов и радио-



активных соединений. Данная ситуация затрудняет получение экологически чистой продукции сельского хозяйства, чистых, биологически полноценных кормов, а также продуктов питания как растительного, так и животного происхождения [1, 2].

Методы исследования

Одним из возможных путей решения данной проблемы является получение экологически чистых продуктов за счет введения в рацион кормления животных гидропонного зеленого корма (ГЗК) [3]. Типовой технологический процесс выращивания ГЗК содержит ряд основных, последовательных этапов: предварительное проращивание семенного материала (т.е. подготовка); посев семенного материала по вегетационной поверхности растильни; выращивание пророщенного и засеянного семенного материала; уборка выращенной кормовой массы и скармливание ее сельскохозяйственным животным [3].

С целью повышения эффективности выхода ГЗК предложена технологическая схема выращивания гидропонного зеленого корма, которая включает в себя последовательную электрообработку прорастающих семян. Осуществление электрообработки проходит в два

этапа: сначала осуществляется прохождение слоев семян электростатического поля (ЭП), а затем – поля коронного разряда (ПКР). С целью эксперимента на участке вегетации семенной материал был распределен в четыре различных ряда: второй и четвертый ряды с исходной массой 5% к итоговому контролю, третий и пятый ряды с исходной массой 15%. Первый ряд оставили свободным, третий и четвертый ряды обрабатывались типовым способом (без применения последовательной электрообработки). Второй и четвертый ряды – с применением последовательной электрообработки. Результаты эксперимента представлены в графике (рис. 1).

Анализ экспериментальных данных позволяет заключить, что электрообработка прорастающих семян влияет на биомассу, длину проростков, энергию прорастания, силу роста и на влагоотдачу зеленого корма. Экспериментальным путем было установлено, что для достижения наибольшего отклика прорастающих семян на электрообработку необходимо принять время воздействия три секунды: две секунды – ЭП; одна секунда – ПКР. Напряжение, подаваемое на электроды, – 25 кВ; напряженность электростатического поля – 1 кВ/см; напряженность поля коронного разряда – 2,5 кВ/см; ток короны – 7,2 мкА, плотность тока – $102 \cdot 10^{-9}$ А/см². В этом

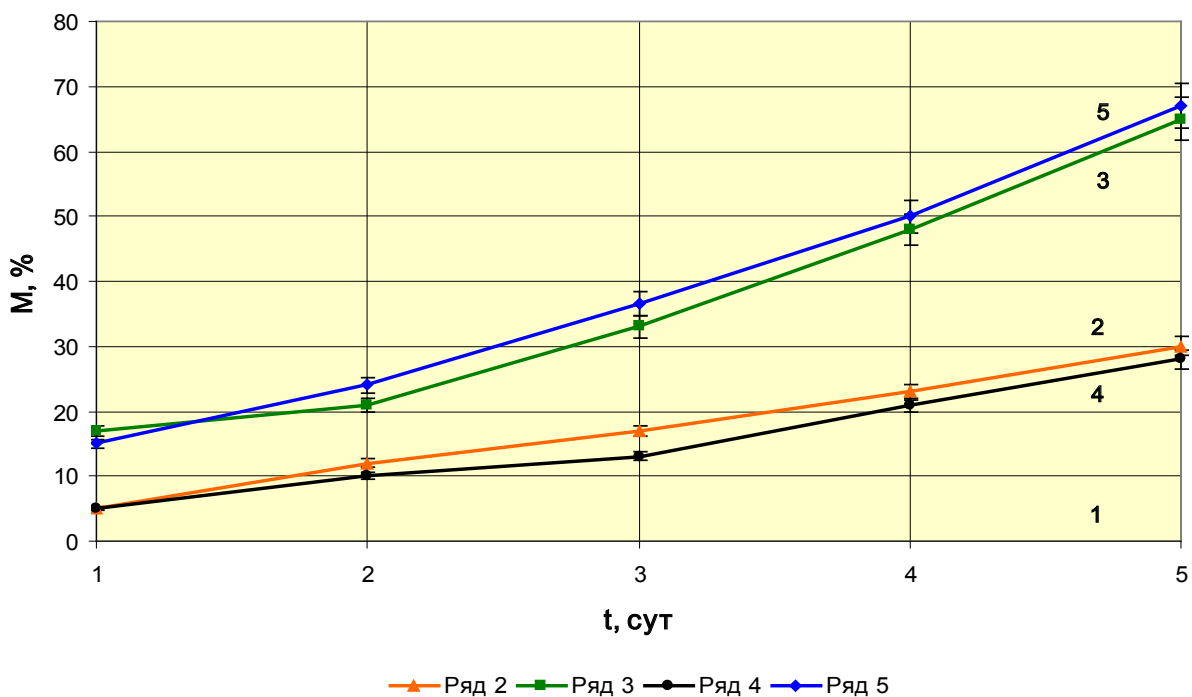


Рис. 1. Изменение биомассы ГЗК с нарастающим итогом (% к контролю) в зависимости от режима обработки



Рис. 2. Схема технологической линии выращивания ГЗК

случае отмечается превышение контрольного уровня до 15% и наблюдается уменьшение интенсивности влагоотдачи зеленой биомассы на 14% [5].

Для осуществления электрообработки предлагается использовать устройство для электроактивирования прорастающих семян, схема которого представлена на рисунке 2 [4].

Технологическая схема включает следующие операции:

- 1) поступление и хранение семян;
- 2) подготовка семян;
- 3) предварительное проращивание (замачивание) семян;
- 4) электрообработка прорастающих семян;
- 5) распределение семян по вегетационной поверхности;
- 6) выращивание гидропонного зеленого корма.

При поступлении на хранение семена необходимо высушить. Так же проводится отбор семян с целью удалить поврежденные и неполноценные семена.

Для предварительного проращивания семян в бак заливается вода в количестве 25% от массы воздушно-сухих семян. Длительность замачивания составляет 12 часов. Через 12 часов при помощи шнекового транспортера семена направляются в бункер-дозатор устройства для электрообработки. Затем семена попадают в накопитель, относящийся к участку электрообработки семян. После чего выгрузным шнеком семена подаются на электрообрабатывающую

машину, где непосредственно и производится их электрообработка.

После электрообработки выгрузной шнек транспортирует семена на участок вегетации, где производится выращивание зеленого корма в течение 8 суток. Микроклимат поддерживается нагревательными приборами, системой орошения, приточно-вытяжной вентиляцией, бактерицидными, ультрафиолетовыми излучателями и теплоизоляционными ограждениями. Регулирование параметров микроклимата и управление работой механизмов и систем осуществляется средствами автоматики и контрольно-измерительной аппаратурой.

Обсуждения

Преимущество предлагаемой технологической линии заключается в увеличении получаемой биомассы зеленого корма на 10–15% при обеспечении экологической чистоты и сохранении биологической полноценности продукции.

Список литературы

1. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Теча / В. А. Аклев [и др.]. М. : Экология, 2000. С. 5–6.
2. Амирджанян Ж. А. Содержание тяжелых металлов в загрязненных почвах // Химия в сельском хозяйстве. 1994. № 1. С. 4.
3. Крутляков Ю. А. Оборудование для непрерывного выращивания зеленого корма гидропонным способом. М. : Агропромиздат, 1991. С. 79.



4. Пат. на полезн. модель РФ № 37301 Гидропонная установка / М. В. Авдеев, Е. М. Басарыгина, Г. П. Лещенко. 2004, Бюл. № 11.

5. Лещенко Г. П., Сазонов К. А., Торбеев И. Г. Электродные системы для обработки биообъек-

тов // Достижения науки – агропромышленному производству : матер. Междунар. LIV науч.-техн. конференции. Челябинск, 2015. С. 28–33.

Торбеев Иван Григорьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: torbella@mail.ru.

Лещенко Галина Павловна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: umu@sursau.ru.

Лещенко Евгения Анатольевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: etodlya_menya@mail.ru.

* * *

УДК 631.331:631.53.04

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

С. Д. Шепелёв, Е. Н. Кравченко, Н. А. Теличкина, М. В. Пятаев, С. М. Красножон

Представлена разработка нового способа посева семян сельскохозяйственных культур и технических средств для реализации предложенного способа посева. Это позволит обеспечить контакт семян с влажной почвой, предохранит всходы от повреждения ветром и возможными весенними заморозками, обеспечит поступление дождевой влаги к растениям. Посев предлагается осуществлять широкозахватной стерневой сеялкой с анкерными сошниками. Полевые испытания показали, что наибольшая урожайность яровой пшеницы сорта Омская 36 получена при посеве с междурядьем 27 см при норме высева зерновых культур 120 кг/га.

Ключевые слова: прямой посев, анкерные сошники, урожайность, посевной комплекс.

Одним из определяющих факторов для роста и развития зерновых культур является правильное размещение семян по площади питания, то есть способ их посева, позволяющий растениям максимально использовать свет, влагу, микроэлементы [1, 2]. Традиционно в условиях современного производства посев осуществляется рядовым способом, при котором ширина междурядий и расстояние между семенами в рядке являются основными характеристиками, определяющими урожайность с единицы площади. Многочисленные исследования дают противоречивые данные о выборе оптимальных характеристик посева. Большинство из них указывают, что обоснованной с

биологической точки зрения считается ширина посева с междурядьем 8–12 см, а расстояние между семенами в рядке – 2,5–4 см. При таких параметрах посева процесс первичного кущения зерновых культур протекает оптимально и не происходит снижения урожайности при уборке. При прямом посеве, то есть высева семян без предварительной обработки почвы, использование узкорядного способа становится технически и экономически нецелесообразным из-за необходимости в резком увеличении тяговой мощности. Поэтому обоснованной шириной междурядья для зерновых культур при такой технологии считается 17–22 см со сниженной нормой высева, чтобы избежать загущения



посевов [3, 4]. Известно, что для получения дружных, выравненных всходов кроме правильного выбора ширины междурядья и нормы высева целесообразно, чтобы при посеве все семена находились на одинаковой глубине залегания, во влажном слое земли и были засыпаны почвой. Однако традиционные способы посева не учитывают показатели влажности почвы в посевном слое и рекомендуют глубину заделки семян зерновых культур 4–6 см, подходя к этому вопросу усредненно, недифференцированно.

Методы исследования

Нами разработан и запатентован способ посева семян во влажный слой земли [5]. Его суть заключается в следующем. Семена 1 и удобрения 2 укладываются одновременно, при этом глубину посева H устанавливают в соответствии с уровнем залегания влажной почвы 7, определенным перед посевом, в почвенный горизонт с оптимальной для всходов и роста растений влажностью в соответствии с агротехническими требованиями к посеву различных видов сельскохозяйственных культур, прикатывают катком с V-образным профилем, образуя защитный гребень 6, и засыпают слоем влажной почвы 3, над которым образуется слой сухой почвы 4, осыпавшийся с верхней части борозды 5. Таким образом, над семенами образуется слой почвы суммарной толщиной h , равной не более 5 см. Схема посева представлена на рисунке 1.

В результате описанного способа посева достигаются следующие преимущества: посев семян во влажный слой почвы и прикатывание

позволят обеспечить контакт семян с почвой, быстрое набухание семян, дружные и равномерные всходы, образование вторичных корней; наличие сухого слоя почвы над влажным слоем задерживает испарение почвенной влаги над семенем; наличие защитного гребня предохранит всходы от повреждения ветром и возможными весенними заморозками, обеспечит поступление дождевой влаги к растениям. Для реализации посева целесообразно использовать посевной комплекс Муза-12,7 [6], который состоит из прицепного устройства, опорных колес, центральной и боковых рам с посевными секциями и емкости для семян и удобрений объемом 6 м³. Привод высевача осуществляется механически от опорного колеса емкости. Посевная секция крепится к раме через параллелограммный механизм, представляющий собой продольные и поперечные кронштейны 3, шарнирно соединенные между собой, и регулирующую пружину 2, обеспечивающие копирование рельефа поля с обеспечением постоянной глубины заделки семян (рис. 2). Посев осуществляется широкозахватной стерневой сеялкой с анкерными сошниками 7 для осуществления посева и внесения удобрений с регулируемой глубиной хода путем вращения винта 5 на механическом регуляторе глубины 4. Дисковый нож 1, идущий перед сошником 7, разрезает почву и пожнивные остатки, намечает борозду, обеспечивая снижение энергетических затрат на посев. Сошник 7 формирует борозду на установленной глубине. Высевачные семена и удобрения прикатываются катком с V-образным

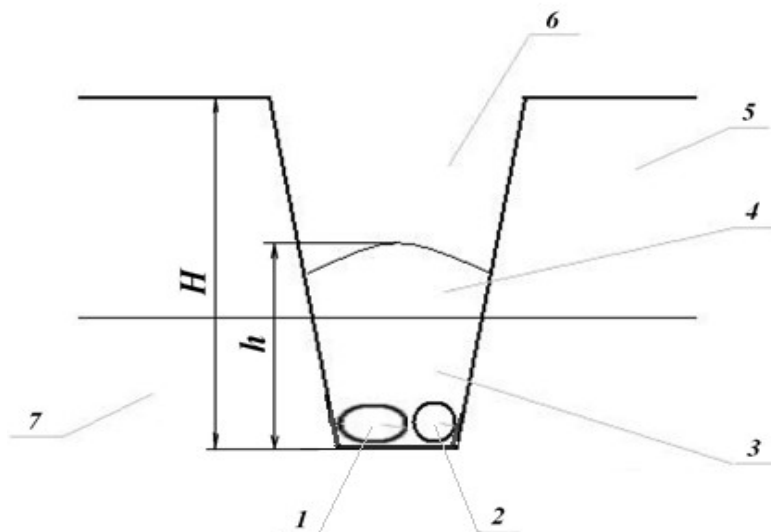


Рис. 1. Схема посева

профилем 8, сила давления, на почву которого регулируется пружиной 6 в зависимости от влажности и структурного состава почвы.

Для подтверждения был заложен однофакторный полевой опыт, в котором варьирующим фактором выбрана ширина междурядья. Схема опыта включала в себя три варианта посева сеялкой ПК МуЗа-12,7 с междурядьем: 22,8; 27; 30 см. Размещение вариантов рендомизированное, повторность трехкратная. Для проведения эксперимента использовался выделенный участок общей площадью 1 га, который был разбит на девять делянок размером 12×50 м с боковыми и концевыми защитными полосами шириной соответственно по 1 и 12 м, разворотные полосы по 20 м. Предшественник – яровая пшеница, стерневой фон. Всходы пшеницы при посеве посевным комплексом с анкерными сошниками представлены на рисунке 3.

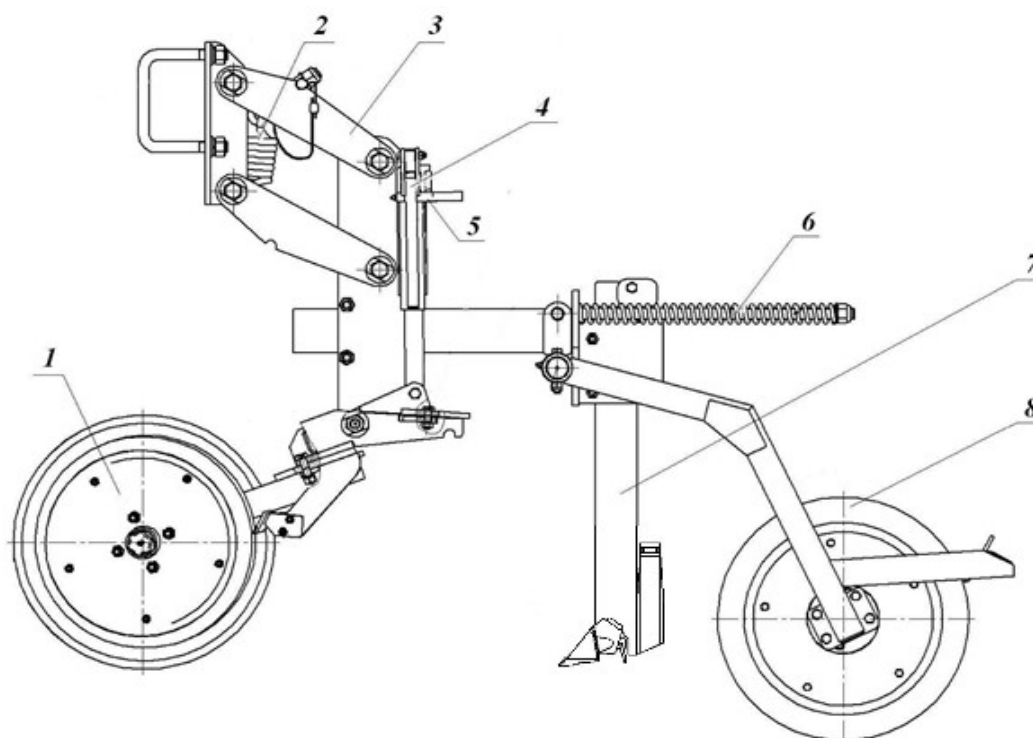
Результаты исследований

Уровень влагообеспеченности по гидротермическому коэффициенту увлажнения Селянинова (ГТК) относится к зоне обеспеченного

увлажнения (1,0–1,3). Май и июнь отличаются недостатком солнечной активности, июль – значительным избытком при существенном недостатке увлажнения. В полевом опыте высеивалась яровая пшеница сорта Омская 36. Известно, что родословная сорта Лютесценс 150/86-10 × Рунар, зарегистрирован в Госрее-



Рис. 3. Всходы пшеницы при посеве анкерными сошниками



1 – дисковый нож; 2 – регулируемая пружина; 3 – поперечные кронштейны; 4 – механический регулятор глубины; 5 – винт; 6 – пружина регулирования силы давления на почву; 7 – анкерный сошник; 8 – узкий прикатывающий каток с V-образным профилем

Рис. 2. Посевная секция стерневой сеялки



стре по Уральскому региону. Семена пшеницы относятся ко второму классу качества. Посевная годность семян пшеницы соответствовала 91,6%, влажность 13,8%, масса 1000 зерен составляла 38,9 г, а насыпная плотность 820 кг/м³. Сравнительные испытания зерновых сеялок проведены на необработанном фоне с сохраненной стерней, масса стерни 106–114 г/м², при высоте 12 см. Влажность почвы верхнего слоя (0–5 см) составляла от 15,6 до 19,5%, среднего слоя (5–10 см) от 16,5 до 19,6% и нижнего слоя (10–15 см) от 16,0 до 16,2%, твердость почвы по соответствующим слоям принимала следующие значения: 1,69; 1,71; 1,83 МПа. Рельеф ровный. Агротехнические показатели при сравнительно-полевых испытаниях представлены в таблице 1, определены по ОСТ 10.5.1-2000.

При полевых испытаниях определено, что при установленной норме посева 120 кг/га фактическая норма посева сеялки «Муза-12,7» с междурядьем 22,8 см составила 118 кг/га; с междурядьем 27 см – 121 кг/га; с междурядьем 30 см – 122 кг/га. При установленной норме внесения минеральных удобрений 100 кг/га фактическая норма для сеялки «Муза-12,7» с междурядьем 22,8 см составила 101 кг/га, с междурядьем 27 см – 99 кг/га, с междурядьем 30 см –

97 кг/га [7]. Все показатели работы дозирующих и распределяющих устройств соответствуют нормативным данным и показателям ТУ.

При испытаниях определено, что при установочной глубине обработки почвы 50 мм коэффициенты вариации составили от 1,77 до 2,33%. Среднеквадратическое отклонение при этом составило 1,5–2,0 мм. Наибольшая урожайность получена на варианте с междурядьем 27 см – 27 ц/га, что превышает урожайность на варианте с междурядьем 30 см на 4%, урожайность на варианте с междурядьем – на 8%.

Таким образом, как показали полевые опыты, разработанный способ посева зерновых культур сошниками анкерного типа снижает потребное количество семян и обеспечивает повышение урожайности зерновых культур.

Список литературы

1. Кузнецов П. И. Яровая пшеница в Зауралье. Челябинск : Юж.-Урал. кн. изд-во, 1980. 127 с.
2. Поликутин Н. Г., Батраева О. С., Теличкина Н. А. Сельскохозяйственные машины : лабораторный практикум. Челябинск, 2015. 352 с.
3. Астафьев В. Л. Сравнение способов посева пшеницы в различных условиях Северного

Таблица 1 – Результаты сравнительно-полевых испытаний

Показатели	Значение исследуемого показателя		
	Данные результаты испытаний		
	Муза-12,7 междурядье 22,8 см	Муза-12,7 междурядье 27 см	Муза-12,7 междурядье 30 см
Норма высева семян/удобрений			
Заданная норма, кг/га	120/100		
Фактическая норма, кг/га	118/101	121/99	122/97
Глубина посева при установочной глубине обработки			
Заданная, мм	85		
Фактическая средняя, мм	86,7	86,1	86,0
Минимальная, мм	84	85	84
Максимальная, мм	87	88	88
Среднеквадратическое отклонение, мм	1,5	1,5	2,0
Коэффициент вариации, %	1,78	1,77	2,33
Характеристика пшеницы в период спелости			
Количество продуктивных стеблей пшеницы, шт./м ²	298	342	305
Количество зерен в колосе, шт.	24	28,3	30,7
Масса 1000 зерен, грамм	26,1	30,4	28,3
Урожайность пшеницы, ц/га	25	27	26

Казахстана // Достижения науки – агропромышленному производству : матер. LIV Междунар. науч.-практ. конференции. Челябинск, 2015. С. 8–16.

4. Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павликова Е. В. Влияние способов посева и норм высева на урожайность яровой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4. С. 24–27.

5. Пат. на изобр. № 2729525 Способ прямого посева сельскохозяйственных культур / С. Д. Шепелёв, Е. Н. Кравченко, И. Н. Кравченко, Н. А. Теличкина ; опубл. 07.08.2020.

6. Пат. на полезн. модель № 179958 Широкозахватная стерневая сеялка для посева сельскохозяйственных культур / С. Д. Шепелёв, И. Н. Кравченко, Е. Н. Кравченко ; опубл. 29.05.2018.

7. Кравченко Е. Н., Шепелёв С. Д. Результаты испытаний сеялок с анкерными и стрельчатыми сошниками // Технологии и средства механизации в АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Института агроинженерии, посвящ. 80-летию со дня рожд. акад. РАН, д. т. н. В.В. Бледных. Челябинск, 2018. С. 95–99.

Шепелёв Сергей Дмитриевич, д-р техн. наук, доцент, директор Института агроинженерии, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

Кравченко Евгений Николаевич, соискатель кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка, и технология и механизация животноводства», ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Теличкина Наталья Анатольевна, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: telichkina76@mail.ru.

Пятаев Максим Вячеславович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: 555maxim@mail.ru.

Красножон Сергей Михайлович, канд. с-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: krasnozhonsergei@mail.ru.

* * *

УДК 619:617.57/.58-08:636.22/.28

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕЛАТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ
И ЦИНКА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПОДОДЕРМАТИТОВ
У ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ****А. Н. Безин, И. И. Волотко, В. В. Иванов, Е. П. Циулина, Р. Р. Идрисова**

В работе представлены результаты клинико-ортопедической диспансеризации коров в ООО «Карсинское» Троицкого района Челябинской области, которые показали, что заболеваемость коров болезнями копыт в летне-осенний период 2021 года составила 32%, при этом наиболее часто встречались пододерматиты (54%) и дерматиты свода межпальцевой щели (26%). Установлена терапевтическая эффективность комплексного лечения гнойных пододерматитов у коров с использованием геля «Солка», обладающего антимикробным и ранозаживляющим действием. Предлагаемый способ лечения гнойных пододерматитов у коров обеспечивает клиническое выздоровление животных на $14,2 \pm 1,34$ сутки, что на два дня раньше, чем при использовании биосанит-спрея и бинта дегтярного для копыт CERTOPLAST. Анализ показателей морфологического состава крови при пододерматитах у высокопродуктивных коров показал, что в результате проведенного лечения уровень лейкоцитов значительно снизился и через 14 дней с начала лечения достиг нормативных показателей.

Ключевые слова: коровы, пододерматиты, диспансеризация, гель «Солка».

В современных условиях производство продуктов животноводства высокого качества достигается путем внедрения в животноводство современных технологий, использования достижений селекции и генетики, интенсивной эксплуатации животных. Однако укрупнение молочных стад, использование животных зарубежной селекции приводит к повышению заболеваемости коров дистального отдела конечностей [1, 2, 3, 5]. В этой связи в условиях интенсивного промышленного животноводства важной задачей ветеринарной науки и практики является разработка и внедрение современных, наиболее эффективных экологически чистых препаратов и методов лечения

коров при заболеваниях дистального отдела конечностей, которые наносят значительный ущерб отрасли молочного скотоводства [1, 3, 8, 9]. При этом отмечается снижение прироста живой массы, продуктивности животных, нарушение воспроизводительной функции, повышение восприимчивости к другим заболеваниям, увеличиваются затраты на лечение и снижается срок хозяйственного использования животных [1, 3, 6, 7].

Цель исследований – изучение распространенности, разработка методов диагностики и комплексного лечения высокопродуктивных коров при гнойных пододерматитах с использованием хелатных соединений меди и цинка.

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы проведена в ООО «Карсинское» Троицкого района Челябинской области. Объектом исследования являлись коровы голштино-фризской породы в возрасте 4–5 лет, живой массой 520–560 кг. На первом этапе была проведена клинко-ортопедическая диспансеризация 140 коров на одной из ферм хозяйства с целью выявления животных с признаками заболеваний дистального отдела конечностей. При этом обращали внимание на условия кормления и содержания животных, периодичность хирургической расчистки и обрезки копыт, состояние клинко-гематологического статуса клинически здоровых и с заболеваниями копыт животных.

На втором этапе экспериментов нами, по принципу аналогов, были сформированы две группы коров с гнойными пододерматитами по 10 голов в каждой.

Диагностику болезней конечностей осуществляли методами проводки животных, осмотра, пальпации, пассивных движений, проводками по твердому и мягкому грунту. При этом обращали внимание на полноту опирания конечностей, а также вид и степень хромоты. С целью выявления функционально-морфологических изменений в организме животных при воспалении основы кожи копыт измеряли температуру тела, пульс и дыхание, определяли количество лейкоцитов и выводили лейкоформулу по общепринятым методикам в ветеринарии [4].

У больных пододерматитами коров после их фиксации в станке проводили ортопедическую расчистку копыт с использованием копытных щипцов, фрезы и копытного ножа. При этом удаляли отслоившийся рог и некротизированные ткани, диагноз подтверждали наличием гнойных полостей в основе кожи подошвенной стенки копыт, которые обрабатывали 3%-м раствором перекиси водорода.

У коров первой (контрольной) группы после расчистки копыт применяли биосанит-спрей, который наносили в виде аэрозоли на пораженный участок с расстояния 15–20 см в течение нескольких секунд. Затем дефект основы кожи покрывали повязкой с использованием бинта дегтярного для копыт CERTOPLAST. Смену повязки проводили через 5–7 дней до полного заживления дефекта. Входящий в состав препарата левомицетин обладает выраженными антимикробными и противовоспалитель-

ными свойствами, а деготь березовый оказывает антисептическое, ранозаживляющее действие, предохраняет пораженные участки копыт от внешних воздействий и усиливает прочность копытцевого рога.

После хирургической обработки у коров второй (опытной) группы на очаг поражения наносили гель «Солка» производства Kanters Special Products B.V., Нидерланды. Для более выраженного эффекта от действия препарата животное оставляли зафиксированным на несколько минут. Повторную обработку проводили через 5 дней.

Гель «Солка» содержит в своем составе медь и цинк в хелатной форме, органические кислоты, адгезивные компоненты и формообразующие вещества. Хелатные соединения меди и цинка, входящие в состав концентрата, и органические кислоты обладают сильным антимикробным действием, обеспечивают активизацию местных защитных механизмов, ускоряют заживление ран, способствуют поддержанию влажности и упругости рога [2, 5]. Гель обладает отличными адгезивными свойствами, его активность сохраняется после контакта с навозом и в условиях повышенной влажности. Продукт не содержит антибиотиков, соответственно лечение дойных коров можно производить, не опасаясь за качество молока.

В период лечения проводился мониторинг клинического состояния, морфологических и биохимических показателей крови коров контрольной и опытной групп. Статистическую обработку полученных результатов проводили общепринятым методом вариационной статистики.

Результаты исследований

По результатам проведенной клинко-ортопедической диспансеризации 140 коров в ООО «Карсинское» нами установлено, что в летне-осенний период 2021 года заболеваемость коров болезнями копыт составила 32%, при этом у 96,8% больных коров были поражены тазовые конечности, у 3,2% животных поражения имелись на грудных конечностях.

Доминирующими заболеваниями копыт являлись пододерматиты (54%) и дерматиты свода межпальцевой щели (26%), язвы подошвы составляли 10%, меньший удельный вес занимали флегмоны венчика (6%), реже встречались артриты копытцевого сустава (4%) (рис. 1).



В большинстве своем заболевания копытец у коров сопровождались их деформациями (рис. 2).

В начале опыта, при клиническом исследовании больных коров, выявили, что у животных отмечались залеживание, хромота опирающейся конечности средней степени. Дополнительное исследование пробными щипцами выявило болевую реакцию животных с подошвенных стенок копытец, пальпацией пораженных копытец – повышение местной температуры. При проведении обрезки и расчистки копытец отмечали отслоение рога подошвы, выделение гнойного экссудата, что свидетельствовало о развитии гнойного пододерматита (рис. 3).

На третьи сутки после проведения лечебных манипуляций у животных опытной группы отмечалась хромота опорного типа второй степени, местная температура в области пораженных копытец несколько уменьшилась. Через 5 дней после начала лечения наблюдалась положительная динамика в общем клиническом состоянии животных и болезненность в обла-

сти поражения стала менее выраженной. Экссудативные процессы к 10-му дню наблюдения у больных коров отсутствовали. Дефект основы кожи копытец равномерно заполнился полноценным вновь образованным рогом. Отмечалась незначительная хромота при движении животного. Клиническое выздоровление коров наступило на $14,2 \pm 1,34$ суток (рис. 4).

В контрольной группе животных на третьи сутки наблюдения общее состояние также улучшилось, отмечалась средней степени хромота опорного типа. Болезненность тканей в области поражения и местная гипертермия стали менее выражены. Экссудативные процессы значительно уменьшались. На 7-е сутки эксперимента при движении хромота уменьшилась, как и площадь дефекта основы кожи подошвы. К 10-м суткам наблюдения у животных контрольной группы общее состояние было хорошим, восстановился аппетит. При движении хромота практически отсутствовала. Дефект основы кожи рога полностью заполнялся полноценным вновь образованным рогом. Клиническое выздоровление наступило на $16,2 \pm 1,32$ суток.

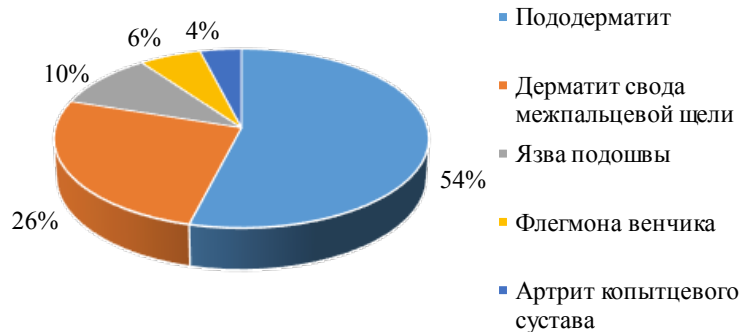


Рис. 1. Виды поражений копытец у коров



Рис. 2. Деформации копытец



Рис. 3. Гнойный пододерматит третьего пальца у коровы



Рис. 4. Состояние рога подошвы после лечения

В результате исследования морфологических показателей крови было установлено, что у животных контрольной и опытных групп количество лейкоцитов на начало исследования превышало нормативные показатели со сдвигом ядра влево. В результате проведенного лечения уровень лейкоцитов значительно снизился. На 14-е сутки снижение количества лейкоцитов в опытной группе произошло на 26,4%, а в контрольной группе коров – 22,6% соответственно, что является свидетельством снижения воспалительного процесса у исследуемых животных.

В начале лечения количество юных форм нейтрофилов было увеличено и составляло в контрольной группе животных 4,7±0,64%, в опытной группе – 5,8±0,52%, что не является характерным для здорового животного. Через 14 дней с момента начала лечения уровень нейтрофилов снизился до нормативных показателей.

До расчистки копытцев показатель количества лимфоцитов достигал максимального значения во всех исследуемых группах. В последующие дни количество лимфоцитов постепенно снижалось и на момент окончания лечения достигло физиологических значений.

Выводы

Гнойно-некротические поражения копытцев у высокопродуктивных коров в ООО «Карсинское» Троицкого района Челябинской области имеют широкое распространение. Доминирующими заболеваниями копытцев являлись пододерматиты и дерматиты свода межпальцевой щели. Использование в комплексном

лечении гнойных пододерматитов у коров геля «Солка» и препаратов дегтя (биосанит-спрея и бинта дегтярного для копыт CERTOPLAST) обеспечивает выздоровление на 14,2±1,34 и 16,2±1,32 сутки соответственно. Гель «Солка» не содержит антибиотиков, что позволяет его применять в комплексном лечении пододерматитов у высокопродуктивных коров, не опасаясь за качество молока.

Рекомендации

Для своевременной диагностики и разработки лечебно-профилактических мероприятий при гнойно-некротических заболеваниях копытцев у высокопродуктивных коров следует проводить комплексную диспансеризацию животных. Исследование на наличие заболеваний конечностей следует проводить с учетом условий содержания и кормления животных, определяя характер постановки конечностей, наличие, вид и степень хромоты. Особое внимание следует обращать на состояние копытцевого рога, определяя состояние роговой стенки, подошвы, мякisha, наличие деформации, уточняя диагноз специальными и лабораторными методами исследования, выяснять причины и разрабатывать специальные и общехозяйственные мероприятия по профилактике заболеваний копытцев у коров.

Список литературы

1. Безин А. Н., Циулина Е. П., Идрисова Р. Р. Опыт оперативного лечения остеоартрита копытцевого сустава у коров / Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. Заслуж. деятеля науки РФСР, д-ра ветеринар. наук, проф. Кабыша А. А. : сб. науч. тр. Троицк, 2017. С. 42–49.
2. Безин А. Н., Циулина Е. П., Идрисова Р. Р. Эффективность фортиклин-спрея и биохелат-геля в комплексном лечении заболеваний копытцев у коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Баумана. Казань, 2019. Т. 237. С. 27–31.
3. Ермолаев В. А., Марьин Е. М., Савельева Ю. В. Этиология, распространение заболеваний копытцев крупного рогатого скота в зимне-стойловый период // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2009. Т. 3. С. 49–52.



4. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии : справ. издание / И. П. Кондрахин [и др.]. М. : Агропромиздат, 1985. 287 с.

5. Руколь В. М. Применение препарата «Биохелат-спрей» для лечения коров с болезнями пальцев // Ученые записки учреждения образования Витебской ГАВМ. 2014. Т. 50. № 1. С. 138–141.

6. Shearer J. K., van Amstel S. R. Traumatic Lesions of the Sole // Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2017. Jul. № 33 (2). P. 271–281. Doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.001. PMID: 28579045.

7. Combination effect of allyl isothiocyanate and hoof trimming on bovine digital dermatitis / T. Yamamoto [et al.] // J Vet Med Sci. 2018.

Jul 12. № 80 (7). P. 1080–1085. Doi: 10.1292/jvms.18-0097. Epub 2018 May 9. PMID: 29743458; PMCID: PMC6068293.

8. A survey of United States dairy hoof care professionals on costs associated with treatment of foot disorders / K. A. Dolecheck, R. M. Dwyer, M. W. Overton, J. M. Bewley // J Dairy Sci. 2018. Sep. № 101 (9). P. 8313–8326. Doi: 10.3168/jds.2018-14718. Epub 2018 Jul 4. PMID: 30126603.

9. Bacterial species associated with interdigital phlegmon outbreaks in Finnish dairy herds / M. Kontturi [et al.] // BMC Vet Res. 2019. Jan 29. № 15 (1). P. 44. Doi: 10.1186/s12917-019-1788-x. PMID: 30696445; PMCID: PMC6352363.

Безин Александр Николаевич, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: bezin74@mail.ru.

Волотко Иван Ильич, д-р ветеринар. наук, профессор, научный сотрудник ИНИЦ, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: butakova.n.i@yandex.ru.

Иванов Вадим Витальевич, д-р ветеринар. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: 902290@mail.ru.

Циулина Елена Петровна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: elenaciulina@mail.ru.

Идрисова Роза Равильевна, канд. ветеринар. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: idrisova78@inbox.ru.

* * *

УДК 619:616.34-002:636.4

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ПОРОСЯТ ПРИ ГАСТРОЭНТЕРИТЕ В УСЛОВИЯХ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

А. М. Гертман, Т. С. Самсонова, Н. А. Юдина

В статье представлены результаты изучения эффективности схемы терапии поросят при гастроэнтерите в условиях фермерского хозяйства. Это было определено как цель выполнения научных исследований. Материал исследования – 18 поросят крупной белой породы в возрасте 2–2,5 месяца, больные гастроэнтеритом. Их рандомно разделили на две группы – контрольную и опытную. Всем подопытным организовали трехразовое групповое кормление, обеспечив свободный доступ к чистой питьевой воде. Контрольным пороссятам применяли внутримышечно раствор дорина в течение пяти суток. Поросятам опытной группы вводили в составе корма кормомикс и внутримышечно 5%-й раствор байтрила в течение трех суток. В течение четырнадцати дней вели наблюдение за всеми животными, оценивали сроки выздоровления и восстановления аппетита. Нарушение технологии кормления привело к появлению у поросят клинических признаков катарального гастроэнтерита: сопорозное состояние, слабость, залеживание, субфебрильная лихорадка, анемичность и сухость слизистых оболочек, снижение аппетита вплоть до анорексии, болезненность и напряжение брюшных стенок, усиление перистальтических шумов, диарейный синдром с выделением жидких фекалий с неспецифическим резким запахом, присутствием непереваренных кормовых частиц и слизи. В опытной группе нормализация клинического статуса проходила в более краткие сроки. При этом морфо-биохимические показатели крови были достоверно выше у опытных поросят. Биохимические показатели свидетельствуют о восстановлении белковосинтетической и других функций печени этой группы животных.

Ключевые слова: поросята, гастроэнтерит, диагностика и комплексное лечение.

Население Российской Федерации до настоящего времени не обеспечено в полном объеме белком животного происхождения [1]. Сдерживающим фактором является недостаточная сохранность поголовья и низкие показатели прироста массы тела. Для решения этой проблемы необходимо добиться не только увеличения численности животных, но и высоких показателей сохранности молодняка во все периоды от момента рождения до достижения необходимых кондиций. Обеспечить выполнение этого условия возможно только при отсутствии заболеваний различной этиологии. Согласно данным А.Г. Шахова и соавт., в период доращивания молодняка

наибольший удельный вес среди незаразных патологий занимают гастроэнтериты [2] по причине нарушения технологии кормления и содержания молодняка. Отмеченные патологии могут составлять более 50% от всех случаев заболевания. Наиболее часто симптомы болезни проявляются после отъема молодняка от маток, что связано с полным исключением материнского молока из рациона и развитием стресса [3]. Для лечения больных гастроэнтеритами разработаны многочисленные схемы, эффективность которых зависит от вида действующего вещества, длительности применения, индивидуальных особенностей организма пациента.



Целью работы явилась терапевтическая оценка эффективности схемы лечения поросят с симптомами гастроэнтерита в условиях фермерского хозяйства.

Материал и методы исследования

В условиях ИП Жимагулов К.И. был проведен производственный эксперимент на поросятах крупной белой породы в возрасте 2–2,5 месяца (период после отъема). Хозяйство благополучно по инфекционным и паразитарным заболеваниям, так как ветеринарные специалисты все обработки осуществляют согласно утвержденного графика. Условия содержания обеспечивают оптимальные параметры микроклимата по температурно-влажностному режиму и газовому составу воздуха в животноводческом помещении. Для выявления этиологического фактора проведено исследование кормов и анализ рациона согласно общепринятой в зоотехнии методике. Взятие и исследование крови осуществляли в 1-е и 14-е сутки эксперимента общепринятыми в ветеринарии методами [4].

В ходе клинического осмотра 92 отъемышей были выделены 18 поросят, больных гастроэнтеритом. Их рандомно разделили на две группы – контрольную и опытную. Всех подопытных отделили от здоровых, организовав трехразовое групповое кормление и обеспечив свободный доступ к чистой питьевой воде. В рацион входили свежеприготовленные мешанки из дерти ячменя мелкого помола с добавлением минеральных подкормок. Контрольным пороссятам применяли внутримышечно раствор дорина в течение пяти суток в дозах согласно наставлению по применению. Эту схему терапии применяют специалисты хозяйства всем заболевшим. Поросятам опытной группы вводили в составе корма кормомикс – комплексную комбинацию маннанолигосахаридов и β -глюканов, выделенных из клеточных стенок дрожжей в дозе 1 г на 1 кг мешанки, и индивидуально внутримышечно 5%-й раствор байтрила в течение трех суток. Кормомикс обеспечивает оптимальные условия в кишечнике, тем самым способствует процессам пищеварения. Подбор байтрила осуществляли по результатам определения антибиотикорезистентности кишечной микрофлоры больных животных, которых не подвергали лечению. В течение четырнадцати дней вели наблюдение за всеми животными, оценивали

сроки выздоровления и восстановления аппетита. Весь цифровой материал, полученный в ходе производственного опыта, обрабатывали биометрически с определением критерия достоверности и величины P по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждения

По результатам клинического обследования поголовья отъемышей (92 головы) было выявлено 18 заболевших, что составляет 19,6% от числа обследованных поросят. Заболевания пищеварительного тракта зачастую являются следствием нарушения технологии кормления. При изучении рациона поросят установлено, что он состоит из ячменной дерти, белково-витаминно-минерального концентрата БВМК-53, мела и соли. В ходе анализа установлено, что содержание энергии, всех основных питательных веществ, включая аминокислоты, соответствует потребности растущего животного. Однако в рационе содержание железа в 2,2 раза превышает рекомендуемую норму. Согласно данным Г.П. Грибовского, М.И. Рабиновича [5], «соединения железа действуют прижигающе на пищеварительный тракт» и «вызывают некрозы в желудке и кишечнике, тромбоз сосудов желудочно-кишечного тракта, печени, мозга, сердца». Избыток железа в рационе в сочетании с переходом на другой тип питания поросят мог послужить пусковым фактором в развитии гастроэнтеритов у молодняка в условиях фермерского хозяйства.

Нарушение технологии кормления привело к появлению у поросят клинических признаков катарального гастроэнтерита: сопорозное состояние, слабость, залеживание, субфебрильная лихорадка, анемичность и сухость слизистых оболочек, снижение аппетита вплоть до анорексии, болезненность и напряжение брюшных стенок, усиление перистальтических шумов, диарейный синдром с выделением жидких фекалий с неспецифическим резким запахом, присутствием непереваренных кормовых частиц и слизи. На 7–10-е сутки терапии у животных опытной группы появился аппетит, повысилась активность, в то время как в контроле нормализацию клинического статуса отмечали на 12–13-й день. Акт дефекации у всех подопытных сопровождался выделением оформленных каловых масс.

Результаты гематологического исследования представлены в таблице 1.

При анализе данных таблицы 1 установлено, что у больных гастроэнтеритом поросят в первые сутки эксперимента содержание эритроцитов и гемоглобина было ниже среднего норматива. Развитие анемической картины, вероятно, связано с неполноценным по минеральному составу питанием растущего молодняка, а также с кровопотерей через поврежденную слизистую и нарушением гемопоэтической функции красного костного мозга у больных. Уровень эритроцитов и гемоглобина на 14-е сутки наиболее полно соответствовал средней норме при введении байтрила и пробиотической культуры. Так, содержание красных кровяных клеток было выше, чем у животных контрольной группы на 8,2% ($P < 0,05$), гемоглобина – на 6,8% ($P < 0,05$). Аналогичный характер изменений установлен в отношении лейкоцитов, уровень которых превышал нормативный показатель, что, по нашему мнению, связано с развитием воспалительного процесса в слизистых оболочках пищеварительного тракта. На 14-е сутки у животных опытной

группы этот показатель снизился в сравнении с фоновым значением и уровнем контрольной группы, но не достиг нормативной величины. При этом у всех подопытных в начале развития патологии было установлено снижение СОЭ относительно нормы на 45,8–46,5%, что является серьезным гематологическим нарушением, развивающимся у животных при их склонности к анемии и ацидотических сдвигов во внутренних средах организма. При проведении терапии у всех установлена положительная динамика, но в крови поросят опытной группы она была более выраженной.

У больных поросят установлены изменения показателей белкового обмена (рис. 1).

Наиболее существенные отклонения в 1-е сутки опыта выявлены в уровне альбуминов и γ -глобулинов. В протеинограмме подопытных поросят концентрация альбуминов была ниже норматива на 18,4–19,0%, γ -глобулинов, наоборот, выше на 31,1–31,9%, что позволяет подтвердить предположения о развитии воспалительного процесса в организме с потерей

Таблица 1 – Морфологические показатели крови подопытных поросят в динамике терапии ($M \pm m$, $n = 9$)

Показатель	Средний нормативный показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
		1-е сутки	14-е сутки	1-е сутки	14-е сутки
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	6,5	6,12 \pm 0,04	6,11 \pm 0,02	6,23 \pm 0,02	6,61 \pm 0,07*
Гемоглобин, г/л	103,0	93,90 \pm 0,02	95,20 \pm 0,02	94,40 \pm 0,06	101,70 \pm 0,03*
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	17,4	21,60 \pm 0,19	18,70 \pm 0,03	20,80 \pm 0,14	17,60 \pm 0,06
СОЭ, мм/ч	2,9	1,57 \pm 0,10	2,00 \pm 0,06	1,55 \pm 0,12	2,85 \pm 0,03**

Примечание: достоверность: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

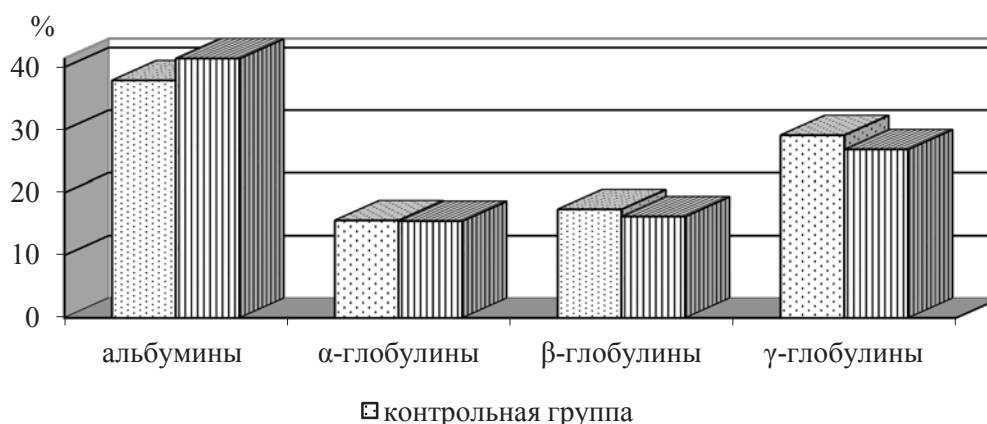


Рис. 1. Показатели протеинограммы у поросят, больных гастроэнтеритом, на 14-е сутки терапии



богатого белком экссудата, а также дисфункциональное состояние печени. Нарушение функции гепатоцитов, на наш взгляд, связано с токсическим действием продуктов воспаления, доставляемых через портальную вену в печень. При сочетанном применении антибиотика и пробиотика на 14-е сутки эксперимента уровень диспротеинемии менее выражен в сравнении с нормативными данными. Наиболее выраженный эффект получен в опытной группе, где применяли раствор байтрила.

Существенное нарушение функционального состояния печени подтверждено результатами исследования показателей липидного обмена у подопытных поросят, больных гастроэнтеритом, в 1-е сутки опыта, так как уровень общих липидов, холестерина и общего билирубина превышал нормативные данные. Указанные показатели на 14-е сутки имели тенденцию к нормализации и не достигли нормативных значений. При лечении наиболее существенные изменения были получены в опытной группе животных (рис. 2).

В сравнении с показателями контрольной группы на 14-е сутки опыта уровень холестерина в сыворотке крови опытных поросят стал ниже на 11,9% ($P < 0,05$), а концентрация общих липидов и билирубина носила лишь характер тенденции к снижению в пределах референсных значений. Это изменение указывает на более раннее восстановление липидного и пигментного обменов в гепатоцитах животных этой группы. Полученные результаты согласуются с данными, полученными ранее [6].

Таким образом, при лечении больных гастроэнтеритом поросят в условиях фермерского хозяйства высокий терапевтический эффект

получен при пероральном применении кормомикс-комплекса и внутримышечном 5%-го раствора байтрила согласно инструкции по применению.

Заключение

1. В условиях фермерского хозяйства в период отъема гастроэнтерит проявляется у 19,6% поросят.

2. Причиной развития гастроэнтеритов являются переход на безмолочное кормление, присутствие в кормах высокого уровня железа.

3. Высокой терапевтической эффективностью обладает терапия с пероральным применением кормомикс-комплекса и внутримышечным 5%-го раствора байтрила.

Список литературы

1. Российское животноводство: насыщение внутреннего рынка. Аналитический обзор. Июнь, 2020. 14 с. Режим доступа : https://www.ra-national.ru/sites/default/files/Обзор_Российское_животноводство_НРА_25062020.pdf (дата обращения 02.03.2021).

2. Методическое пособие по диагностике, профилактике и терапии желудочно-кишечных болезней поросят / А. Г. Шахов [и др.] ; ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии». Воронеж, 2010. 59 с.

3. Роль солей тяжелых металлов в развитии болезней желудочно-кишечного тракта животных / А. М. Гертман, Т. С. Самсонова, Е. М. Манина, Н. Ф. Уфимцева // АПК России. 2020. Т. 27. № 2. С. 357–361.

4. Методы диагностики болезней сельскохозяйственных животных : учеб. пособие

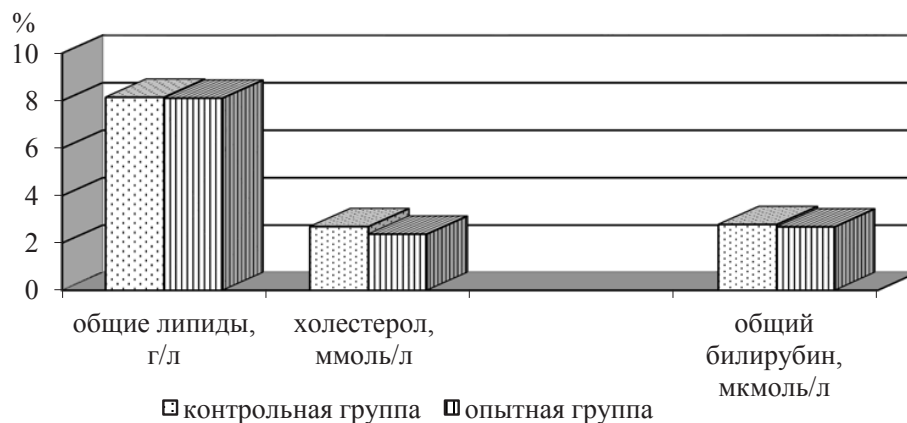


Рис. 2. Показатели обмена липидов и пигмента у поросят, больных гастроэнтеритом, на 14-е сутки

/ А. П. Курдеко [и др.] ; под ред. А. П. Курдеко, С. П. Ковалева. СПб. : Лань, 2020. 208 с.

5. Грибовский Г. П., Рабинович М. И. Ветеринарно-токсикологическая оценка аномального содержания тяжелых металлов в природно-техногенных провинциях Южного Урала: методические рекомендации. Троицк, 1998. 40 с.

6. Гертман А. М., Самсонова Т. С. Сравнительная эффективность способов коррекции показателей минерального и белкового обменов у свиней в условиях биогеохимической провинции Южного Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (186). С. 62–72.

Гертман Александр Михайлович, д-р ветеринар. наук, профессор, заведующий кафедрой, кафедра незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: kdiagugavm@inbox.ru.

Самсонова Татьяна Сергеевна, канд. биол. наук, доцент, доцент, кафедра незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: tsamsonova01@mail.ru.

Юдина Нина Александровна, канд. с.-х. наук, доцент, кафедра животноводства и птицеводства, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: t.kzp@sursau.ru.

* * *

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЗРЕВАНИЯ МЯСА, ПОЛУЧЕННОГО ОТ СВИНЕЙ, РОДИВШИХСЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

**А. И. Кузнецов, Н. П. Смолякова, И. А. Лыкасова,
Ф. Г. Гизатуллина, А. С. Мижевикина**

Цель исследования состояла в изучении особенностей созревания мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости, выращенных в разных условиях. Установлено, что мясо, полученное от свиней, родившихся с разной степенью зрелости и выращенных в разных условиях технологии, в период созревания и хранения имеет разный характер биохимических изменений, которые обуславливают разное его качество. Наиболее положительные биохимические изменения происходят в мясе, полученном от животных, родившихся физиологически зрелыми. В мясе, полученном от свиней, родившихся в состоянии физиологической незрелости и выращиваемых в отдельных группах, автолитические процессы по своему качеству были более низкими, чем в мясе у зрелых. В связи с этим общая органолептическая оценка вареного мяса и бульона была хорошей и оценивалась на 7 баллов, что на 3 балла выше, чем в мясе, полученном от физиологически незрелых, выращенных вместе со зрелыми поросятами, и на 2 балла ниже относительно оценки мяса, полученного от зрелых животных. В мясе, полученном от животных, родившихся незрелыми и выращенных в группах вместе со зрелыми, величины показателей в процессе созревания мяса определялись самыми низкими. Качество мяса установлено ниже среднего и оценивается на 4 балла.

Ключевые слова: поросята, физиологически зрелые, физиологически незрелые, созревание мяса, качество мяса.

Полученные результаты в ранее проведенных исследованиях свидетельствуют о том, что поросята, родившиеся с разной степенью физиологической зрелости и выращиваемые в разных условиях, имеют разную скорость роста, которая обуславливает существенные различия в их откормочных и мясных качествах [3, 4, 6].

Поросята, родившиеся в состоянии антенатальной незрелости, выращенные в отдельных пометах, имели среднюю скорость роста, которая в возрасте 222 суток позволяла получать мясную свинину второй категории, имеющую высокую биологическую ценность [2].

Животные, родившиеся физиологически незрелыми, выращенные в пометах вместе со

зрелыми, имели низкую скорость роста, в результате которой в возрасте 222 дней получали сальную свинину третьей категории, имеющую низкую биологическую ценность. Вместе с оценкой откормочных и мясных качеств представлялось целесообразным изучить особенности автолитических процессов, обуславливающих созревание мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости и выращенных в разных условиях. Знание особенностей течения биохимических процессов в мясе дает возможность целенаправленно управлять его созреванием и влиять на качество сырья и готовой продукции [5]. В связи с этим была поставлена цель – изучить

особенности созревания мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости, выращенных в разных условиях.

Методы исследования

Для выполнения поставленной цели провели исследование созревания мяса, взятого от трех групп свиней, на которых изучали мясные и откормочные качества в условиях промышленной технологии. Поросята были получены от свиноматок крупной белой породы, осемененных спермой хряков породы ландрас. Первая группа – животные, родившиеся в состоянии физиологической зрелости, имевшие высокую скорость роста; вторая – родившиеся в состоянии антенатальной незрелости, выращенные отдельно от зрелых поросят и имели среднюю скорость роста; третья – родившиеся в состоянии антенатальной незрелости, выращенные вместе со зрелыми и имели низкую скорость

роста. Раздельное выращивание незрелых поросят позволило устранить фактор жесткой конкуренции за жизнь в гнезде со зрелыми.

Для изучения особенностей созревания мяса использовали длиннейшую мышцу спины, взятую от 10 убитых животных (5 борзых и 5 свинок). После убоя животных мышцы сохраняли в холодильнике при температуре 0, +2 °С в течение 10 суток. Пробы для исследований мышц брали в первые 45 минут, через 12, 24, 48, 72, 120 и 240 часов. В мясе исследовали рН, содержание гликогена, глюкозы, молочной кислоты, которые выражали в мг%. Через 72 часа после убоя определяли показатели свежести мяса и проводили органолептическую оценку вареного мяса и бульона. Показатели, взятые для оценки характера автолитических процессов, признаны главными, поскольку в механизме созревания мяса существенная роль принадлежит изменениям углеводной системы. Так, количество гликогена в свежих мышцах

Таблица 1 – Сравнительная характеристика изменений показателей рН и содержания гликогена в процессе созревания мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью зрелости

Продолжительность автолиза, ч	Группа	Показатель					
		рН			Гликоген, мг %		
		<i>M±m</i>	% к исходу	% к 1 и 2 группе	<i>M±m</i>	% к исходу	% к 1 и 2 группе
0,45	1	7,21±0,024			1905,8±2,16		
	2	6,51±0,036		90,3	1672,3±3,10		87,7
	3	5,23±0,027		72,5/80,3	1251,7±2,80		65,7/74,8
12	1	6,10±0,039	84,6		886,2±2,54	46,5	
	2	5,71±0,038	87,7	93,6	764,2±3,11	45,7	86,2
	3	5,20±0,019	99,4	85,2/91,1	704,7±2,07	56,3	79,5/92,2
24	1	5,47±0,019	75,9		739,5±3,04	38,8	
	2	5,59±0,031	85,9	102,2	628,8±2,67	37,6	85,0
	3	5,81±0,024	111,1	106,2/103,9	617,1±4,02	49,3	83,4/98,1
48	1	5,49±0,030	76,1		535,5±2,98	28,1	
	2	5,62±0,025	86,3	102,4	491,7±1,65	29,4	91,8
	3	5,84±0,036	111,7	106,4/103,9	476,9±2,77	38,1	89,1/96,9
72	1	5,87±0,026	81,4		392,6±3,48	20,6	
	2	5,84±0,021	89,7	99,5	379,6±2,12	22,7	96,7
	3	5,96±0,019	113,9	101,5/102,1	364,2±2,47	29,1	92,8/95,9
120	1	5,76±0,027	79,9		354,4±2,88	18,6	
	2	5,73±0,017	88,0	99,5	336,1±3,23	20,1	94,8
	3	6,13±0,024	117,2	106,4/106,9	294,1±1,49	23,5	82,9/87,5
240	1	5,81±0,036	80,6		289,7±1,16	15,2	
	2	6,07±0,019	93,2	104,5	269,2±2,40	16,1	93,0
	3	6,51±0,032	124,5	112,0/107,2	232,8±1,62	18,6	80,4/86,5



указывает на упитанность животного, а динамика количественного изменения гликогена в процессе хранения и переработки свидетельствует о глубине автолитических превращений. После убоя животного приток кислорода к клеткам мышечной ткани прекращается. В связи с этим прекращается и синтез гликогена, а распад его под действием гликолитических ферментов завершается образованием молочной кислоты, которая накапливается в мышечной ткани. В связи с этим содержание гликогена перед убоем животного имеет большое значение, так как он обуславливает количество молочной кислоты и рН мяса. С рН мяса тесно связано его качество: цвет, влагоудерживающая способность, нежность, сочность, потери при тепловой обработке, сохраняемость, бактериальная обсемененность и другие качественные показатели, которые исследовали общепринятыми методами, описанными в руководстве «Методы исследования мяса и мясных продуктов [1].

Результаты исследований

Полученные результаты представлены в таблицах 1, 2. Из приведенных данных видно, что величины исследуемых показателей, характеризующих степень созревания мяса, полученного от животных, имеющих разную степень физиологической зрелости при рождении, неодинаковы и изменяются в процессе его автолиза по-разному.

Наиболее положительные изменения установлены в мясе, полученном от свиной, родившихся зрелыми. После убоя, в первые 45 минут, в исследуемом объекте содержалось гликогена $1905,8 \pm 2,16$, глюкозы $110,8 \pm 0,81$, молочной кислоты – $247,3 \pm 2,19$ мг%, показатель рН был на уровне $7,21 \pm 0,024$.

Через 12 часов в результате гидролиза количество гликогена снижалось на 46,5% и определялось в пределах $886,2 \pm 2,54$ мг%. Вследствие этого возрастало содержание глюкозы в 3,58, молочной кислоты – 2,49 раза, что

Таблица 2 – Сравнительная характеристика изменений содержания глюкозы и молочной кислоты в процессе созревания мяса, полученного от свиной, родившихся с разной степенью зрелости

Продолжительность автолиза, ч	Группа	Показатель					
		Глюкоза, мг%			Молочная кислота, мг%		
		<i>M±m</i>	% к исходу	% к 1 и 2 группе	<i>M±m</i>	% к исходу	% к 1 и 2 группе
0,45	1	110,8±10,1			247,3±2,19		
	2	111,3±0,95		109,5	271,5±2,40		109,8
	3	129,6±0,76		116,9/116,4	356,8±2,61		144,3/131,4
12	1	397,3±2,88	358,6		616,5±2,89	249,3	
	2	421,3±2,74	378,5	106,0	579,7±1,52	213,5	94,0
	3	316,9±2,86	244,5	79,8/75,2	583,0±2,12	163,4	94,6/100,6
24	1	411,5±1,12	371,4		884,3±2,48	357,6	
	2	370,1±2,68	332,5	89,9	817,8±2,58	301,2	92,5
	3	284,6±1,16	219,6	69,2/76,9	762,5±2,16	213,7	86,2/93,2
48	1	445,1±2,36	401,7		766,9±3,13	310,1	
	2	436,1±2,73	391,8	97,9	667,1±2,55	245,7	86,9
	3	333,2±2,16	257,1	74,9/76,4	726,4±2,48	203,6	94,7/108,9
72	1	475,7±2,52	429,3		788,6±2,97	318,9	
	2	386,5±1,18	347,3	81,2	737,4±3,44	271,6	93,5
	3	335,6±2,04	258,9	70,5/86,8	765,3±2,36	214,5	97,0/103,8
120	1	478,3±2,44	431,7		834,88±2,48	337,6	
	2	438,4±1,82	393,9	91,7	731,7±3,25	269,5	87,6
	3	364,4±2,52	281,2	76,2/83,1	757,8±2,32	212,4	90,8/103,6
240	1	461,4±3,12	416,4		789,1±3,43	319,1	
	2	399,8±2,48	359,2	86,6	732,5±2,07	269,8	92,8
	3	338,9±3,28	261,5	73,5/84,8	761,4±2,12	213,4	96,5/103,9

обуславливало снижение рН до $6,10 \pm 0,039$. В последующие часы наблюдений контролируемые показатели продолжали резко изменяться. Так, через 24 часа уровень гликогена снижался до $739,5 \pm 3,04$, глюкозы повышался до $411,5 \pm 1,12$, молочной кислоты $884,3 \pm 2,48$ мг%, что обеспечивало снижение рН до $5,47 \pm 0,019$. Установленный характер изменений сохранялся и в последующие дни исследований. Через двое суток количество гликогена было в пределах $535,5 \pm 2,98$, глюкозы возрастало до $445,1 \pm 2,36$, молочной кислоты $766,9 \pm 3,13$ мг%, рН снижался до $5,49 \pm 0,030$. На третьи сутки содержание гликогена продолжало снижаться, глюкозы и молочной кислоты, напротив, повышаться. Однако показатель рН несколько возрастал до $5,87 \pm 0,026$ и с небольшими колебаниями удерживался в этих пределах до 240 часов наблюдений. Что касается углеводов, то на 10-е сутки исследований содержание гликогена было установлено на уровне $289,7 \pm 1,16$, глюкозы $461,4 \pm 3,12$, молочной кислоты $789,1 \pm 3,43$ мг%.

В результате органолептической оценки мяса свинины, полученной от свиной, родившихся физиологически зрелыми, было установлено, что оно имело корочку подсыхания бледно-розового цвета. Мышцы на разрезе были слегка влажные, не оставляли влажного пятна на фильтровальной бумаге, светло-розового цвета, плотные, упругие, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивалась. Запах был специфический, свойственный данному виду свежего мяса. Жир имел бледно-розовый цвет, был мягким, эластичным, без постороннего запаха.

Вареное мясо имело привлекательный внешний вид, очень приятный и выраженный запах, на вкус – очень вкусное, с нежной консистенцией и очень сочное. Общая оценка качества вареного мяса отличная и оценивалась на 9 баллов. Оценка органолептических показателей мясного бульона показала, что он имел отличный внешний вид, очень приятный и сильный аромат, обладал очень высокой наваристостью, в связи с этим он был очень вкусным. Общая оценка качества бульона была отличной и оценивалась также на 9 баллов.

В мясе, полученном от свиной, родившихся в состоянии физиологической незрелости и выращиваемых в отдельных группах, автолитические процессы по своему качеству были более низкими, чем в мясе у зрелых. Так, после

убоя в первые 45 минут гликогена содержалось $1672,3 \pm 3,10$, глюкозы – $111,3 \pm 0,95$, молочной кислоты $271,5 \pm 2,40$ мг%, рН – $6,51 \pm 0,036$, что составляло от величин аналогичных показателей в мясе, полученном от физиологически зрелых, соответственно: 87,7; 109,5; 109,8; 90,3%. Через 12 часов количество гликогена снижалось до $764,2 \pm 3,11$, рН – $5,71 \pm 0,036$, глюкозы повышалось до $421,3 \pm 2,74$, молочной кислоты – $579,7 \pm 1,52$ мг%. В сравнении с величинами таковых параметров у зрелых содержание гликогена было 86,2, глюкозы – 106,0, молочной кислоты – 94,0, рН – 93,6%. В конце первых суток уровень гликогена был установлен в пределах $628,8 \pm 2,67$, глюкозы – $70,1 \pm 2,68$, молочной кислоты – $817,8 \pm 2,58$ мг%, рН – $5,59 \pm 0,031$. Относительно величин аналогичных показателей у зрелых содержание гликогена достигало 85,0, глюкозы – 89,9, молочной кислоты – 92,5, рН – 102,2%. В последующее время наблюдений в мясе свинины продолжалось снижение содержания гликогена, повышение количества глюкозы и молочной кислоты. Вместе с этим показатель рН оставался на прежнем уровне. Следует отметить, что величины определяемых показателей углеводов были существенно ниже, чем в мясе, полученном от физиологически зрелых поросят. Так, через трое суток концентрация гликогена снижалась до $379,6 \pm 2,12$, повышалась – глюкозы до $386,5 \pm 1,18$, молочной кислоты – $737,4 \pm 3,44$ мг%, рН возрастал до $5,84 \pm 0,021$, что составляло от величин таковых показателей у зрелых, соответственно: 96,7; 81,2; 93,5; 99,5%. На 10-е сутки уровень гликогена был в пределах $269,2 \pm 2,40$, глюкозы – $399,8 \pm 2,48$, молочной кислоты – $732,5 \pm 2,07$ мг%, рН – $6,07 \pm 0,032$. Относительно величин, определяемых показателей в мясе зрелых поросят, содержание гликогена было 93,1, глюкозы – 86,6, молочной кислоты – 92,8, рН – 104,5%.

Органолептическая оценка свежей свинины, полученной от животных, родившихся незрелыми, выращенных в отдельных группах, показала, что поверхность туш имела подсохшую корочку, бледно-розового цвета, мышцы на разрезе влажные, оставляли влажные пятна на фильтровальной бумаге. Мясо на разрезе было менее плотным и менее упругим, при надавливании пальцем ямка выравнивалась медленно, был отмечен слегка кисловатый запах. Жир имел серовато-матовый оттенок. В результате органолептического исследования вареного



мяса было установлено, что оно имело хороший внешний вид, приятный, но недостаточно выраженный аромат, на вкус – достаточно вкусное, достаточно нежной консистенции, сочное. Общая оценка качества мяса была хорошая – 7 баллов. В процессе сенсорного анализа мясного бульона было выявлено, что он имел хороший внешний вид, приятный, но недостаточно сильный аромат, однако достаточно вкусный и наваристый, слегка мутноватый. Общая оценка качества бульона была хорошая и оценивалась на 7 баллов.

В мясе свинины, полученной от животных, родившихся незрелыми и выращенных вместе со зрелыми, величины исследуемых показателей в процессе созревания мяса определялись самыми низкими. Так, в первые 45 минут после убоя в мясе содержалось гликогена $1251,7 \pm 2,80$, глюкозы – $129,6 \pm 0,76$, молочной кислоты – $356,8 \pm 2,61$ мг%, рН был самым низким – $5,23 \pm 0,027$. Уровень этих показателей относительно аналогичных показателей в мясе от зрелых поросят составлял, соответственно: 65,7; 116,9; 144,3; 72,5% в сравнении с таковыми у незрелых, выращиваемых отдельно: 74,8; 116,4; 131,4; 80,3%. В последующие дни наблюдений контролируемые показатели продолжали изменяться, однако их изменения были менее существенными, чем в свинине, полученной от животных первой и второй групп. В течение первых 12 часов содержание гликогена снижалось до $704,7 \pm 2,07$, глюкозы повышалось до $316,9 \pm 2,86$, молочной кислоты – $583,0 \pm 2,12$ мг%, рН снижался до $5,20 \pm 0,019$. В сравнении с таковыми показателями в мясе от зрелых они были ниже – гликогена на 20,5, глюкозы на 20,2, молочной кислоты – 5,5, рН – ниже на 14,8%, в образцах мяса незрелых поросят, выращенных отдельно, они достигали соответственно: 92,2; 75,2; 100,6; 91,1%. В конце первых суток количество гликогена было установлено в пределах $617,1 \pm 4,02$, глюкозы – $284,6 \pm 1,16$, молочной кислоты – $762,5 \pm 2,16$ мг%. Такой уровень определяемых показателей был ниже, чем в мясе зрелых животных – гликогена на 16,6, глюкозы – 30,8, молочной кислоты – 13,8%, рН выше на 6,2%, в образцах мяса от незрелых, выращенных в отдельных группах, гликогена установлено меньше на 1,9, глюкозы – 23,1, молочной кислоты – 6,8%, рН выше на 3,9%. Через 48 часов содержание гликогена снижалось до $476,9 \pm 2,77$, вследствие

этого повышалась концентрация глюкозы до $333,2 \pm 2,16$, молочной кислоты – $726,4 \pm 2,48$ мг%, рН повышался до $5,84 \pm 0,036$. Относительно величин аналогичных показателей в образцах мяса зрелых свиней они определялись, соответственно: 89,1; 74,9; 94,7; 106,4%, незрелых второй группы: 96,9; 76,4; 108,9; 103,9%. В конце третьих суток продолжалось интенсивное изменение контролируемых показателей. Уровень содержания гликогена снижался до $364,2 \pm 2,47$, глюкозы повышался до $335,6 \pm 2,04$, молочной кислоты – $765,3 \pm 2,36$ мг%, вместе с этим рН повышался до $5,96 \pm 0,019$. В сравнении с величинами таковых показателей в мясе животных первой группы гликоген достигал 92,8, глюкоза – 70,5; молочная кислота – 97,0, рН – 101,5%, второй группы, соответственно: 95,9; 86,8; 103,8; 102,1%. Такой же характер изменений был установлен и на 4-е сутки созревания мяса. На 10-й день в результате автолитических процессов содержание гликогена было $232,8 \pm 1,62$, глюкозы – $338,9 \pm 3,28$, молочной кислоты – $761,4 \pm 2,12$ мг%, рН – $6,51 \pm 0,032$. Такой уровень показателей от величин аналогичных в первой группе составлял, соответственно: 80,4; 73,5; 96,5; 112,1%, второй – 86,5; 84,8; 103,9; 107,2%.

Органолептическая оценка созревшей свинины, полученной от незрелых животных, выращенных в группе вместе со зрелыми поросятами, показала, что туши с поверхности слегка увлажнены и имели потемневший вид. Мышцы на разрезе были влажными, бледного цвета, оставляли влажное пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкими. Мясо на разрезе оказалось менее плотным и неупругим, образуемая при надавливании пальцем ямка не выравнивалась, запах был кисловатым, жир – мягким, имел серовато-матовый оттенок, слегка липнул к пальцам. Вареное мясо имело непривлекательный внешний вид, не имело аромата, было безвкусным, жестковатой консистенции, суховатым. Качество мяса определялось ниже средней и оценивалось на 4 балла. Бульон, приготовленный из такого мяса, имел неприятный вид, был без аромата, без вкуса, слабо наваристым. Общая оценка качества бульона установлена ниже средней и оценивалась на 4 балла.

Обсуждения

Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать заключение о том, что

мясо, полученное от свиней с разной степенью физиологической зрелости и выращенных в разных условиях интенсивной технологии, в период созревания и хранения имеет разный характер биохимических изменений, которые обуславливают разное его качество.

В мясе, полученном от животных, родившихся физиологически зрелыми в течение 10 суток хранения в условиях низких плюсовых температур, снижалась величина показателя рН среды на 19,4, содержание гликогена – 84,8%, возрастало количество глюкозы в 4,16, молочной кислоты – 3,19 раза. Наиболее интенсивные изменения происходили в первые 24 часа после убоя. Через 45 минут хранения в свинине определялось высокое содержание гликогена, низкая концентрация глюкозы и молочной кислоты, высокий уровень показателя рН среды – 7,21. К концу первых суток созревания мяса количество гликогена снижалось на 61,2%, повышалось содержание глюкозы в 3,71, молочной кислоты – 3,58 раза относительно их исходного уровня, что обуславливало снижение величины показателя рН среды до 5,47. В последующем продолжалось постепенное снижение количества гликогена, повышалось содержание глюкозы и молочной кислоты, показатель рН среды стабилизировался в пределах 5,4–5,8. Благодаря такому характеру биохимических изменений мясо на вторые-третьи сутки становилось зрелым с высокими показателями свежести. Вареное мясо и бульон имели отличную оценку, которая оценивалась на 9 баллов.

В мясе, полученном от физиологически незрелых животных, выращенных вместе со зрелыми, за 10 суток хранения гликогена гидролизировалось меньше на 3,4%, что обуславливало снижение концентрации глюкозы в 1,52, молочной кислоты – 1,06 раза меньше, чем в свинине, полученной от зрелых свиней, родившихся зрелыми. В первые 45 минут после убоя в их мясе содержалось ниже гликогена на 33,2, выше глюкозы – 16,9, молочной кислоты – 44,2%, относительно аналогичных показателей в образцах свинины, полученной от зрелых животных, что и обуславливало быстрое снижение величины показателя рН среды до 5,23. В конце первых суток в мясе определялось меньше гликогена на 16,6, глюкозы – 30,8, молочной кислоты – 13,8%, показатель рН среды был выше на 6,2%, чем в пробах мяса, взятых от туш зрелых свиней. В последующие дни наблюдений автолитические процессы продолжали изменяться

менее интенсивно. Вследствие чего показатель рН среды возрастал к 10 суткам до 6,51 и был выше на 11,3% относительно таковой величины в мясе, полученном от туш зрелых животных. В результате таких изменений свинина на вторые-третьи сутки имела низкие показатели свежести, вареное мясо и бульон имели оценку ниже средней и оценивались на 4 балла.

Выращивание физиологически незрелых поросят в отдельных группах позволяет получить мясо с более высоким содержанием гликогена, глюкозы и молочной кислоты, чем от незрелых, выращенных вместе со зрелыми. Это обуславливает более интенсивное течение автолитических процессов. За 10 суток хранения в нем на 2,5 больше снижалось содержание гликогена, повышалась концентрация глюкозы на 68,7, молочной кислоты – 56,4%, что обуславливало на 7,2% ниже значение показателя рН среды по сравнению с мясом незрелых поросят, выращенных вместе со зрелыми. К концу первых суток хранения количество гликогена снижалось больше на 11,7, повышалось глюкозы на 85,5, молочной кислоты – 87,5%, показатель рН среды достигал уровня 5,59, в сравнении с величинами таковых показателей в мясе, полученном от незрелых поросят, выращенных совместно со зрелыми. Вследствие такого характера протекания биохимических процессов мясо на вторые-третьи сутки становилось зрелым с хорошими показателями, характеризующими его свежесть. В связи с этим общая органолептическая оценка вареного мяса и бульона была хорошей и оценивалась на 7 баллов, что на 3 балла выше, чем в мясе, полученном от физиологически незрелых, выращенных вместе со зрелыми поросятами, и на 2 балла ниже относительно оценки мяса, полученного от физиологически зрелых животных.

Выводы

1. Мясо, полученное от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости и выращенных в разных условиях интенсивной технологии, в период созревания и хранения имеет разный характер биохимических изменений, которые обуславливают разное его качество.

2. Наиболее положительные биохимические изменения происходят в мясе, полученном от животных, родившихся физиологически зрелыми. Благодаря таким изменениям мясо на вторые-третьи сутки становится зрелым с вы-



сокими показателями свежести. Вареное мясо и бульон имеют отличную оценку – 9 баллов.

3. В мясе, полученном от свиной, родившихся в состоянии физиологической незрелости и выращиваемых в отдельных группах, автолитические процессы по своему качеству были более низкими, чем в мясе у зрелых. В связи с этим общая органолептическая оценка вареного мяса и бульона была хорошей и оценивалась на 7 баллов, что на 3 балла выше, чем в мясе, полученном от физиологически незрелых, выращенных вместе со зрелыми поросятами, и на 2 балла ниже относительно оценки мяса, полученного от физиологически зрелых животных.

4. В мясе, полученном от животных, родившихся незрелыми и выращенных в группах вместе со зрелыми, величины показателей в процессе созревания мяса определялись самыми низкими. Качество мяса установлено ниже средней и оценивается на 4 балла.

Рекомендации производству

Для повышения качества свинины целесообразно выращивать незрелых поросят раздельно в пометах и группах от зрелых. С этой целью необходимо формировать новорожденные пометы с учетом их физиологической зрелости, путем пересадки зрелых к одной, незрелых к другой свиноматке.

Список литературы

1. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М. : КолосС, 2001. С. 134–148.
2. Кабанов В. Д., Жирнов И. А., Плаксин Б. А. Влияние скорости роста поросят на мясные качества // Свиноводство. 1970. № 3. С. 45–50.
3. Кузнецов А. И., Лузин В. Н., Лукошкина В. Г. Особенности выращивания незрелых поросят // Уральские Нивы. 1989. № 3. С. 50.
4. Кузнецов А. И. Особенности развития пометов физиологических зрелых и незрелых поросят в подсосный период в условиях промышленной технологии // Физиологические особенности свиней и проблемы их выращивания в условиях промышленной технологии : сб. науч. тр. Казань, 1986. С. 4–8.
5. Кузнецов А. И., Усова Н. Е., Саржан О. А. Особенности созревания качества мяса, полученного от свиной, родившихся с разной степенью физиологической зрелости // Научные труды Уральской государственной академии ветеринарной медицины. Троицк, 2009. С. 39–45.
6. Усова Н. Е. Влияние скорости роста поросят, родившихся физиологически незрелыми, на их откормочные и мясные качества // Глобальный кризис и инновационное развитие экономической и социальной сфер : матер. регион. науч.-практ. конф. (12.03.2010) / ГОУ ВПО «РГТУ». Челябинск, 2010. С. 239–242.

Кузнецов Александр Иванович, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Смолякова Наталья Петровна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Лыкасова Ирина Александровна, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Гизатуллина Фирдаус Габдрахмановна, д-р ветеринар. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Мижевкина Анна Сергеевна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

* * *

УДК 637.5'64:637.5.04/.07

ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЯСА СВИНИНЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ЖИВОТНЫХ, РОДИВШИХСЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗРЕЛОСТИ, ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

А. И. Кузнецов, Н. П. Смолякова, А. С. Мижевикина

В работе дана товароведная характеристика мяса свинины, полученной от животных, родившихся с разной степенью зрелости, при длительном хранении. Установлено, что мясо, полученное от свиной, родившихся физиологически зрелыми, на 10-е сутки хранения имеет свежие свойства и может использоваться без ограничений. В мясе, полученном от свиной, родившихся физиологически незрелыми, выращенных в отдельных пометах и группах, происходят более глубокие изменения порчи мяса, чем в мясе, полученном от животных, родившихся зрелыми. Однако на 7-е сутки хранения мясо оценивается свежим, с признаками NOR и может использоваться непосредственно в пищу и для производства всех видов высококачественных мясopодуkтов без ограничений. К 10-м суткам оно приобретает сомнительную свежесть. Для определения дальнейшего его использования оно должно быть подвергнуто микробиологическим исследованиям. В мясе, полученном от животных, родившихся незрелыми, выращенных в пометах и группах вместе со зрелыми, было установлено более значительное снижение его качества, чем свиной, полученной от незрелых, выращенных раздельно. На 7-е сутки хранения оно имеет признаки PSE, сомнительную свежесть и должно быть подвергнуто дополнительным химическим и микробиологическим исследованиям. Такое мясо рекомендовали использовать только для промышленной переработки.

Ключевые слова: поросята, физиологически зрелые, физиологически незрелые, качество мяса, физико-химические, функционально-технологические, потребительские свойства мяса.

Установлено, что мясо, полученное от свиной, родившихся в состоянии физиологической зрелости, через 72 часа хранения при температуре +2...4 °C полностью созревает, имеет высокие физико-химические, функционально-технологические и потребительские свойства с признаками NOR (норма). Вареное мясо и бульон имеют отличную оценку и оцениваются на 9 баллов. Такое мясо рекомендуется использовать как непосредственно в пищу, так и для производства всех видов высококачественных мясopодуkтов, без ограничений [2].

Мясо, полученное от животных, родившихся в состоянии физиологической незрелости, выращенных в отдельных группах от

зрелых, через 72 часа становится созревшим с признаками NOR. Однако его качество имеет более низкие показатели, чем мясо, полученное от животных, родившихся зрелыми. Вместе с этим органолептическая оценка вареного мяса и бульона хорошая и оценивается на 7 баллов. Такое мясо рекомендуется использовать как непосредственно в пищу, так и для производства всех видов высококачественных мясopодуkтов без ограничений [3].

Мясо, полученное от животных, родившихся в состоянии физиологической незрелости, выращенных в группах вместе со зрелыми, через 72 часа имеет признаки PSE свиной (бледное, мягкое, водянистое) и низкие показатели,



характеризующие физико-химические, функционально-технологические и потребительские свойства. Вареное мясо и бульон имеют оценку ниже средней и оцениваются на 4 балла. Оно не пригодно для выработки высококачественных колбас и копченостей. Такое мясо рекомендуется использовать с ограничениями, только для промышленной переработки [4, 5, 6, 7].

Вместе с этим известно, что длительное созревание сопровождается автокатолитическими процессами, которые увеличивают содержание азотсодержащих, перекисных и других соединений. В результате их распада образуются альдегиды, кетоны, низкомолекулярные жирные кислоты и накапливается аммиачный азот, вследствие чего мясо теряет свои свойства. Установлено, что при температуре от +2 до -1 °С и влажности воздуха 85% охлажденная свинина может храниться 10–15 суток [8, 9, 10]. В этой связи была поставлена цель – изучить изменения качества свинины, полученной от животных, родившихся с разной степенью зрелости и выращенных в разных условиях, при длительных сроках хранения.

Материалы и методы исследования

Для реализации поставленной цели использовали охлажденную свинину, полученную от трех групп свиней по 6 образцов от каждой, через 168 и 240 часов хранения. В качестве объекта исследований использовали длиннейшую мышцу спины. Первая группа включала зрелых, вторая незрелых, выращенных в отдельных группах, третья – незрелых, выращенных в группах вместе со зрелыми. Поросята были получены от свиноматок крупной белой породы, которых осеменяли спермой хряков породы ландрас. Раздельное выращивание незрелых поросят позволило устранить фактор жесткой конкуренции за жизнь в гнезде со зрелыми.

В мясе исследовали показатели, характеризующие физико-химические, функционально-технологические и потребительские свойства, которые включали определение рН, содержание гликогена, глюкозы, молочной кислоты, интенсивность окраски, нежность, влагосвязывающую способность (ВСС), влагоудерживающую способность фарша (ВУС), потери сока при варке, содержание аммиака, летучих жирных кислот (ЛЖК), свободных аминокислот, амино-аммиачного азота. Вместе с этим определяли показатели свежести и проводили

органолептическую оценку вареного мяса и бульона. Показатели, взятые для оценки характера автолитических процессов, являются главными, поскольку в механизме созревания мяса существенная роль принадлежит изменениям углеводной системы. Показатели, взятые для оценки свинины, исследовали общепринятыми методами, описанными в руководстве «Методы исследования мяса и мясных продуктов [1].

Результаты исследований

Полученные результаты исследования свинины через 168 часов хранения представлены в таблице 1. Из приведенных данных видно, что в мясе, полученном от зрелых животных через 168 часов хранения, гликолитические процессы характеризовались следующими показателями: содержание молочной кислоты было $925,2 \pm 4,61$, глюкозы – $477,1 \pm 2,38$, гликогена – $259,3 \pm 2,08$ мг%. Такое состояние гликолиза соответственно отражалось на физико-химических, функционально-технологических и потребительских свойствах мяса. Так, показатель рН снижался до $5,60 \pm 0,014$, интенсивность окраски – $56,41 \pm 1,49$, улучшалась нежность, которая составляла $284,6 \pm 6,51$ см²/г/Н. Функционально-технологические свойства существенно не изменялись и оставались на уровне величин, установленных на третьи сутки созревания. Отмечено незначительное ухудшение свежести мяса. При этом содержание аммиака возрастало до $23,7 \pm 0,42$ мг%, летучих жирных кислот – $2,90 \pm 0,07$ мгКОН, амино-аммиачного азота – $1,20 \pm 0,02$ мг/10 см³ вытяжки, свободных аминокислот – $118,3 \pm 2,57$ мг%.

В результате органолептической оценки свежести мяса было установлено, что оно бледно-розового цвета, имело корочку подсыхания, мышцы на разрезе были слегка влажные, не оставляли влажного пятна на фильтровальной бумаге, светло-розового цвета, плотные, упругие, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивалась; запах был специфическим, свойственным данному виду свежего мяса; жир имел бледно-розовый цвет, мягкую и эластичную консистенцию, не имел запаха осаливания и прогоркания. На основании установленных свойств можно заключить, что мясо было свежим. Вареное мясо имело отличный внешний вид, очень приятный и сильный специфический запах; было очень вкусным. Общая оценка качества вареного мяса

отличная и оценивалась на 9 баллов. Оценка органолептических показателей мясного бульона показала, что он прозрачный, имел отличный внешний вид, очень приятный и сильный аромат, обладал очень высокой наваристостью, с большим количеством липидов на поверхности. Общая оценка качества бульона была отличная и оценивалась на 9 баллов. На основании данного анализа было сделано заключение, что мясо имеет свежие свойства.

Свинина, полученная от животных, родившихся незрелыми, выращенных отдельно от зрелых, через 7 суток хранения имела высокие показатели качества, однако они были ниже, чем в мясе, полученном от зрелых. В результате исследований установлено, что pH сохранялся на уровне $5,94 \pm 0,022$, содержание молочной кислоты снижалось до $856,9 \pm 2,35$, глюкозы возрастало до $439,1 \pm 1,70$, гликогена уменьшалось до $244,6 \pm 1,34$ мг%, интенсивность окраски до $54,2 \pm 1,73$ ед., нежность возрастала до $267,1 \pm 1,32$ см²/г/Н, ВУС фарша – $38,4 \pm 0,81$, ВСС мяса оставалась на прежнем уровне – $62,8 \pm 1,71$ %, потери сока при варке повышались до $40,3 \pm 1,05$ %, содержание аммиака –

$26,9 \pm 0,36$ мг%, ЛЖК – $3,3 \pm 0,08$ мг/10 см³ вытяжки, аминокислот азота – $1,23 \pm 0,05$ мг/10 см³ вытяжки, аминокислот – $109,1 \pm 1,26$ мг%. В сравнении с величинами таковых показателей в свинине, полученной от зрелых животных, они составляли, соответственно: показатель pH – 103,9, содержание молочной кислоты – 92,8, глюкозы – 92,9, гликогена – 94,3, интенсивность окраски – 97,0, нежность – 94,5, ВСС – 97,4, ВУС – 97,9, потери сока при варке – 106,3, концентрация аммиака – 115,1, ЛЖК – 115,8, свободных аминокислот – 92,3, аминокислот азота – 102,9%. Органолептическая оценка свежести мяса показала, что поверхность туш имела подсохшую корочку, бледно-розового цвета, мышцы на разрезе были слегка влажные, не оставляли влажного пятна на фильтровальной бумаге, цвет был свойственный данному виду мяса – красный, мясо на разрезе было плотное, упругое, при надавливании пальцем ямка выравнивалась, запах был специфическим, свойственный данному виду свежего мяса, жир был бледно-розового цвета, мягкой, эластичной консистенции, сухожилия упругие, плотные, поверхность суставов гладкая.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика физико-химических, функционально-технологических и потребительских свойств мяса через 168 часов хранения, полученного от убойных свиней с разной зрелостью

Показатель	Группа, n = 6					
	1	2		3		
	M±m	M±m	% к 1 группе	M±m	% к 1 группе	% ко 2 группе
pH, через 168 ч	5,60±0,014	5,94±0,022	103,9	6,29±0,031	109,8*	105,7*
Молочная кислота, мг %	925,2±4,61	856,9±2,55*	92,8	778,5±3,91	85,1**	91,8*
Глюкоза, мг %	477,3±2,18	439,1±1,90*	92,9	398,9±1,92	83,3**	91,6*
Гликоген, мг %	259,3±2,08	244,6± 1,54	95,3	234,6±2,85	91,0*	96,5
Интенсивность окраски, ед. экстинции ×100	56,41±1,49	54,2±1,73	97,0	42,1±1,13	71,4***	76,4
Нежность, см ² /г/Н	284,6±2,61	267,1±1,32*	94,5	234,7±2,01	82,9**	88,7*
ВСС, % к общей влаге	65,1 ±1,26	62,8±1,71	97,4	54,6± 1,13	84,1**	86,1*
ВУС фарша, % к общей влаге	39,6±1,05	38,4±0,81	97,9	34,6±0,82	86,0*	90,8*
Потери сока при варке, %	37,5±1,54	40,3±1,05*	106,3	46,1±1,46	119,1*	110,2*
Аммиак, мг %	23,7±0,43	26,9±0,36*	115,1	33,7±0,93	146,0***	136,3**
ЛЖК, мг КОН	2,90±0,07	3,3±0,06*	115,8	6,9±0,19	261,9***	220,4**
Свободные аминокислоты, мг %	118,3±0,57	109,1±1,26*	92,3	94,5±0,95	80,3***	86,4**
Амино-аммиачный азот, мг/10 см ³ вытяжки	1,20±0,02	1,23±0,05	102,9	1,57±0,04	136,6***	150,3***

Примечание: * – P ≤ 0,05; ** – P ≤ 0,01; *** – P ≤ 0,001.



На основании такой оценки было сделано заключение, что мясо имеет свежие свойства. В процессе органолептической оценки вареного мяса установлено, что оно имело хороший внешний вид, приятный, но недостаточно сильный аромат, вкус – достаточно вкусный, консистенция отмечалась нежной; сочность – достаточно сочной, общее качество мяса было хорошим и оценивалось на 7 баллов. В результате сенсорного анализа мясного бульона наблюдали, что он прозрачный, имел хороший внешний вид, с небольшим количеством липидов на поверхности, приятный, но недостаточно сильный аромат, однако был вкусным и наваристым. Общая оценка качества бульона была хорошая и оценивалась на 7 баллов. На основании проведенного анализа было сделано заключение, что мясо свежее с признаками NOR и может использоваться непосредственно в пищу и для производства всех видов высококачественных мясопродуктов без ограничений.

Свинина, полученная от животных, родившихся незрелыми, выращенных вместе со зрелыми, на 7-е сутки хранения характеризовалась более низким качеством, относительно аналогичных показателей, установленных через 7 суток созревания свинины, произведенной от незрелых, выращенных отдельно от зрелых. Так, показатель рН был в пределах $6,29 \pm 0,031$, содержание молочной кислоты $778,5 \pm 3,71$, глюкозы – $398,9 \pm 1,92$, гликогена – $234,6 \pm 2,65$ мг%, интенсивность окраски была – $42,1 \pm 1,13$ ед. экстинции $\times 1000$, нежность – $234,7 \pm 1,91$ см²/г/Н, ВСС – $54,6 \pm 1,03$, ВУС фарша – $34,6 \pm 0,72$ %, потери сока при варке составляли – $46,1 \pm 1,26$ %, концентрация аммиака определялась на уровне $33,7 \pm 0,93$ мг%, ЛЖК – $6,9 \pm 0,15$ мг/КОН, аминокислот азота – $1,57 \pm 0,04$ мг/10 см³ вытяжки, свободных аминокислот – $94,5 \pm 0,95$ мг%. В сравнении с величинами таковых показателей свинины, полученной от зрелых, на этом сроке хранения они достигали, соответственно: показатель рН – $109,8$, молочной кислоты – $85,1$, глюкозы – $84,3$, гликогена – $91,0$, интенсивность окраски – $71,4$, нежности – $82,9$, ВСС – $84,1$, ВУС фарша – $86,0$, потери сока при варке – $119,1$, аммиака – $146,0$, ЛЖК – $261,9$, свободных аминокислот – $80,3$, аминокислот азота – $136,6$ %. Относительно величин аналогичных показателей качества свинины, выработанной от незрелых, выращенных отдельно, они также отличались и имели следующее значение: показатель рН –

$105,7$, молочной кислоты – $91,8$, глюкозы – $91,6$, гликогена – $96,5$, интенсивности окраски – $76,4$, нежности – $88,7$, ВСС – $86,1$, ВУС фарша – $90,8$, потери сока при варке – $110,2$, аммиака – $136,3$, ЛЖК – $220,4$, свободных аминокислот – $86,4$, аминокислот азота – $150,3$ %. Органолептическая оценка свинины на 7-е сутки хранения показала, что туши с поверхности увлажнены, липкие, имели потемневший вид, мышцы на разрезе влажные, оставляли влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, темно-красного цвета, консистенция – дряблая; ямка при надавливании на мясо не выравнивалась; имело кисловатый с оттенком затхлости запах; жир – с серовато-матовым оттенком, прилипал к пальцам, имел запах осаливания; сухожилия – менее плотные, серого цвета, суставные поверхности покрыты слизью. Вареное мясо имело немного непривлекательный вид, без аромата, без вкуса, жестковатой консистенции, было суховатым. Общая оценка качества мяса определялась ниже средней и оценивалась на 4 балла. Бульон, приготовленный из исследуемого мяса, оказался непрозрачным, имел немного неприятный внешний вид, без липидов на поверхности, аромата, вкуса, слабо наваристым. Общее качество бульона отмечено ниже среднего и оценивалось на 4 балла. На основании установленных свойств и проведенной оценки было сделано заключение, что мясо имеет признаки PSE и сомнительную свежесть и должно быть подвергнуто дополнительным химическим и микробиологическим исследованиям. Такое мясо рекомендовали использовать только для промышленной переработки.

Результаты исследований свинины, полученной от животных с разной степенью зрелости, через 240 часов хранения показали, что качество мяса во всех образцах продолжало снижаться (табл. 2). Вместе с этим установлено, что изменение исследуемых показателей происходило в зависимости от степени физиологической зрелости и технологии выращивания свиней. Менее отрицательное изменение качества произошло в свинине, полученной от зрелых животных. На 10-е сутки хранения характер гликолитических процессов характеризовался следующими показателями: содержание молочной кислоты было – $906,6 \pm 3,61$, глюкозы – $464,1 \pm 2,35$, гликогена – $269,5 \pm 1,70$ мг%. Такой уровень гликолиза обуславливал соответствующие изменения

физико-химических, функционально-технологических и потребительских свойств мяса. Так, показатель pH стабилизировался в пределах $5,70 \pm 0,041$, интенсивность окраски снижалась на 9,1% и составляла $54,6 \pm 1,17$ ед., несколько улучшалась нежность, которая определялась на уровне $288,3 \pm 11,61$ см²/г/Н. Функционально-технологические свойства существенно не изменились и оставались на прежнем уровне, влагосвязывающая способность имела значение $65,3 \pm 2,05$, ВУС фарша- $40,6 \pm 2,05$, однако потери сока при варке возрастали до $40,7 \pm 1,38$ или на 5,1%. При этом показатели свежести мяса ухудшались незначительно, содержание аммиака повышалось до $26,7 \pm 1,23$ мг%, ЛЖК на 22,5% и достигало $3,2 \pm 0,05$ мгКОН, свободных аминокислот на 120,7% и было на уровне $130,5 \pm 2,65$ мг%, аминокислотного азота до $1,25 \pm 0,07$ мг/10 см³ вытяжки, или на 15,4%. В результате органолептической оценки свежести мяса было установлено, что оно бледно-розового цвета и имело корочку подсыхания; мышцы на разрезе слегка влажными, не оставляли влажного пятна на фильтровальной бумаге, светло-розового цвета, плотными, упру-

гими, образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивалась; запах был специфическим, свойственным данному виду свежего мяса.

Жир был бледно-розового цвета, мягким, эластичным, не имел запаха осаливания и прогоркания. Вареное мясо имело отличный внешний вид, с очень приятным и сильным специфическим запахом, на вкус – очень вкусное, с нежной консистенцией и очень сочное, общее качество вареного мяса – отличное и оценивалось на 9 баллов. При органолептической оценке мясного бульона было отмечено, что он прозрачный, имел отличный внешний вид, очень приятный и сильный аромат, обладал очень высокой наваристостью, с большим количеством липидов на поверхности, что обуславливало его вкус – он был очень вкусным, общая оценка качества бульона отличная и оценивалась на 9 баллов. На основании проведенного анализа было сделано заключение, что мясо имеет свежие свойства и может использоваться без ограничений.

В мясе, полученном от свиней, родившихся незрелыми, выращенных в отдельных группах, к 10 суткам хранения происходили более глу-

Таблица 2 – Сравнительная характеристика физико-химических, функционально-технологических и потребительских свойств мяса через 240 часов хранения, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости

Показатель	Группа, n = 6					
	1	2		3		
	<i>M±m</i>	<i>M±m</i>	% к 1 группе	<i>M±m</i>	% к 1 группе	% ко 2 группе
pH, через 240 ч	$5,70 \pm 0,041$	$5,94 \pm 0,065$	105,5	$6,55 \pm 0,030$	114,2*	108,8*
Молочная кислота, мг %	$906,6 \pm 3,61$	$845,3 \pm 2,15^*$	93,4	$765,6 \pm 2,94$	84,8*	91,8*
Глюкоза, мг %	$464,1 \pm 2,35$	$428,3 \pm 1,94^*$	92,6	$386,5 \pm 1,04$	84,2*	91,2*
Гликоген, мг %	$229,5 \pm 1,70$	$213,1 \pm 1,43^*$	93,1	$210,0 \pm 1,19$	92,4*	97,5
Интенсивность окраски, ед. экстинкции ×100	$54,6 \pm 1,17$	$51,3 \pm 1,43^*$	93,9	$35,1 \pm 1,24$	66,3***	70,6**
Нежность, см ² /г/Н	$288,3 \pm 11,61$	$270,5 \pm 10,12^*$	93,6	$223,1 \pm 13,61$	79,1**	84,3**
ВСС, % к общей влаге	$65,3 \pm 2,05$	$61,7 \pm 1,92^*$	94,6	$45,2 \pm 1,74$	75,9**	80,4***
ВУС фарша, %	$40,6 \pm 1,24$	$38,3 \pm 1,75^*$	94,4	$31,7 \pm 1,07$	77,6**	82,2**
Потери сока при варке, %	$40,7 \pm 1,38$	$44,1 \pm 1,16^*$	109,6	$49,1 \pm 2,74$	124,2**	112,6*
Аммиак, мг %	$26,7 \pm 1,24$	$30,7 \pm 1,37^*$	115,8	$36,6 \pm 2,07$	137,8***	120,9**
ЛЖК, мг КОН	$3,2 \pm 0,05$	$3,9 \pm 0,07^{**}$	122,86	$8,8 \pm 0,21$	271,2***	234,8***
Свободные аминокислоты, мг %	$130,5 \pm 2,65$	$122,3 \pm 2,65^*$	88,7	$94,7 \pm 2,08$	74,3***	85,4**
Амино-аммиачный азот, мг/10 см ³ вытяжки	$1,25 \pm 0,07$	$1,30 \pm 0,09$	105,3	$1,60 \pm 0,05$	131,6***	128,4**

Примечание: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.



бокие изменения порчи мяса, чем в мясе, полученном от зрелых животных. Гликолитический процесс характеризовался более низким уровнем показателей. Содержание молочной кислоты было – $845,3 \pm 2,15$, глюкозы – $428,3 \pm 1,94$, гликогена – $213,1 \pm 1,43$ мг%, что оказалось ниже, соответственно на 6,9; 7,8; 7,5%. Снижение содержания исследуемых веществ обуславливало повышение pH до $5,94 \pm 0,065$, снижение окраски мяса до $51,3 \pm 1,43$ ед., нежности до $270,7 \pm 10,12$ см²/г/N, ВСС до $61,7 \pm 1,92$, ВУС фарша до $38,3 \pm 1,75$ %, повышение потери сока при варке – $44,1 \pm 1,16$ %. Вместе с этим установлено существенное снижение свежести мяса, при этом содержание аммиака возрастало до $30,7 \pm 1,37$, аминок-аммиачного азота – $1,30 \pm 0,09$ мг/10 см³ вытяжки, ЛЖК – $3,9 \pm 0,07$ мгКОН. В сравнении с величинами аналогичных показателей, характеризующих физико-химические, функционально-технологические и потребительские свойств мяса, полученного от зрелых свиней, они составляли, соответственно: показатель pH – 104,5, интенсивность окраски – 94,8, нежности – 92,8, ВСС – 93,4, ВУС фарша – 93,2, потери сока при варке – 109,6, содержания аммиака – 115,9, ЛЖК – 122,8%. При органолептической оценке свежести мяса отмечалось, что поверхность туш имела подсохшую корочку, бледно-розового цвета, мышцы на разрезе влажные, оставляют влажные пятна на фильтровальной бумаге; мясо на разрезе менее плотное и менее упругое, при надавливании пальцем ямка выравнивалась медленно, имело кисловатый запах; жир был с серовато-матовым оттенком, слегка липким к пальцам, имел легкий запах осаливания. В результате органолептической оценки вареного мяса установлено, что оно имело хороший внешний вид, приятный, но недостаточно выраженный специфический аромат, достаточно вкусное, достаточно нежной консистенции, сочное, общее качество мяса было хорошим и оценивалось на 7 баллов.

В процессе сенсорного анализа мясного бульона было определено, что он прозрачный, имел хороший внешний вид, с небольшим количеством липидов на поверхности, приятный, но недостаточно сильный аромат, однако вкусный и наваристый бульон, общее качество бульона хорошее и оценивалось на 7 баллов. На основании проведенного анализа было сделано заключение, что мясо, полученное от свиней,

родившихся незрелыми, выращенных в отдельных группах, через 240 часов хранения, имело сомнительную свежесть и должно быть подвергнуто микробиологическим исследованиям.

В мясе, полученном от животных, родившихся незрелыми, выращенных в группах вместе со зрелыми, к 10-м суткам хранения было установлено более значительное снижение его качества, чем свинины, полученной от незрелых, выращенных отдельно. Так, в мясе определялся более низкий уровень гликолиза, при этом содержание молочной кислоты установлено в пределах $765,6 \pm 2,94$, глюкозы – $386,5 \pm 1,04$, гликогена – $210,0 \pm 1,19$ мг%. Такое состояние гликолиза обуславливало повышение pH мяса до $6,55 \pm 0,030$, снижение интенсивности окраски – $35,1 \pm 1,24$ ед., нежности – $223,1 \pm 13,61$, ВСС – 45,2, ВУС фарша – $31,7 \pm 1,07$ %, возрастание потери сока при варке до $49,1 \pm 1,74$ %, содержание аммиака – $36,6 \pm 0,21$ мгКОН, ЛЖК – $8,8 \pm 0,21$ мгКОН, аминок-аммиачного азота – $1,60 \pm 0,05$ мг/10 см³ вытяжки. Относительно величин аналогичных показателей, определяемых в мясе зрелых свиней, они имели следующее значение: показатель pH – 112,6, молочной кислоты – 83,6, глюкозы – 82,8, гликогена – 91,5, интенсивность окраски – 64,7, нежности – 76,8, ВСС – 74,3, ВУС фарша – 76,8, потери сока при варке – 122,1, аммиака – 137,6, ЛЖК – 278,2%, аминок-аммиачного азота – 131,6%. В сравнении с величинами показателей в мясе незрелых животных, выращенных отдельно от зрелых, они имели менее существенное различие и достигали: показатель pH – 107,8, молочной кислоты – 89,9, глюкозы – 91,1, гликогена – 98,7, интенсивности окраски – 64,8, нежности – 81,9, ВСС – 78,8, ВУС фарша – 80,9, потери сока при варке – 112,3, аммиака – 234,1, ЛЖК – 232,9, аминок-аммиачного азота – 127,1%. При органолептической оценке свежести мяса на 10-е сутки хранения отмечалось, что туши с поверхности увлажнены, липкие, имели потемневший вид; мышцы на разрезе влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, темно-красного цвета, дряблой консистенции, образующаяся ямка при надавливании не выравнивалась, мясо имело кисловатый с оттенком затхлости запах; жир – с серовато-матовым оттенком, липкий к пальцам, имел запах осаливания; сухожилия менее плотные, серого цвета, суставные поверхности покрыты слизью. Вареное мясо имело неприятный внешний

вид, немного неприятный аромат и вкус, консистенция жесткая и на сочность сухая, общее качество мяса было плохим и оценивалось на 3 балла. Бульон, приготовленный из исследуемого мяса, был ненаваристым, мутным, с неприятным внешним видом, запахом, несвойственным свежему бульону, общее качество бульона также было плохим и оценивалось на 3 балла. На основании проведенного анализа было сделано заключение о том, что мясо, полученное от свиней, родившихся незрелыми и выращенных вместе со зрелыми животными, через 240 часов хранения имело сомнительную свежесть и должно быть подвергнуто микробиологическим исследованиям. Такое мясо рекомендовали только для промышленной переработки.

Обсуждения

Показатели, взятые для оценки характера изменений автолитических процессов, являются главными, поскольку в механизме созревания мяса существенная роль принадлежит изменениям углеводной системы. Так, количество гликогена в свежих мышцах указывает на упитанность животного, а динамика количественного изменения гликогена в процессе хранения свидетельствует о глубине автолитических превращений. После убоя животного приток кислорода к клеткам мышечной ткани прекращается. В связи с этим прекращается и синтез гликогена, а распад его под действием гликолитических ферментов завершается образованием молочной кислоты, которая накапливается в мышечной ткани. В связи с этим содержание гликогена перед убоем животного имеет большое значение, так как он обуславливает количество молочной кислоты в мышцах и рН мяса. С рН мяса тесно связано его качество: цвет, ВУС фарша, нежность, сочность, потери при тепловой обработке, сохраняемость, бактериальная обсемененность и другие качественные показатели. В связи с этим высокое содержание гликогена в клетках мышечной ткани у поросят, родившихся зрелыми, обуславливает высокие физико-химические, функционально-технологические и потребительские свойства мяса с признаками NOR. Более низкое содержание гликогена в мышцах поросят, родившихся незрелыми, и особенно у выращиваемых вместе со зрелыми, обеспечивает снижение качества автолитических процессов, физико-хими-

ческих, функционально-технологических и потребительских свойств свинины.

Выводы

1. Мясо, полученное от свиней, родившихся физиологически зрелыми, на 10-е сутки хранения имеет свежие свойства и может использоваться без ограничений.

2. В мясе, полученном от свиней, родившихся незрелыми, выращенных в отдельных группах, происходят более глубокие изменения порчи мяса, чем в мясе, полученном от зрелых животных. Однако на 7-е сутки хранения мясо оценивается свежим, с признаками NOR и может использоваться непосредственно в пищу и для производства всех видов высококачественных мясopодуKтов без ограничений. К 10-м суткам оно приобретает сомнительную свежесть. Для определения дальнейшего его использования оно должно быть подвергнуто микробиологическим исследованиям.

3. В мясе, полученном от животных, родившихся незрелыми, выращенных в группах вместе со зрелыми, было установлено более значительное снижение его качества, чем свинины, полученной от незрелых, выращенных отдельно. На 7-е сутки хранения оно имеет признаки PSE, сомнительную свежесть и должно быть подвергнуто дополнительным химическим и микробиологическим исследованиям. Такое мясо рекомендовали использовать только для промышленной переработки.

Список литературы

1. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М. : КолосС, 2001. С. 134–148.
2. Бойко М. А., Кузнецов А. И. Потребительские и технологические свойства шпика убойных свиней с разной стрессовой чувствительностью, выращенных в разных условиях // Управление качеством и конкурентоспособность потребительских товаров. Экономика АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Троицк, 2012. С. 19–25.
3. Бойко М. А., Кузнецов А. И. Изменения качества шпика убойных свиней, имеющих разную стрессовую чувствительность, при длительном его хранении // Управление качеством и конкурентоспособность потребительских товаров. Экономика АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Троицк, 2012. С. 25–37.



4. Бойко М. А., Кузнецов А. И. Товароведная характеристика мяса свинины, полученной от животных с разной стрессовой чувствительностью, при длительном хранении // Управление качеством и конкурентоспособность потребительских товаров. Экономика АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Троицк, 2012. С. 37–41.

5. Кабанов В. Д., Жирнов И. А., Плаксин Б. А. Влияние скорости роста поросят на мясные качества // Свиноводство. 1970. № 3. С. 45–50.

6. Кузнецов А. И., Лузин В. Н., Лукошкина В. Г. Особенности выращивания незрелых поросят // Уральские Нивы. 1989. № 3. С. 50.

7. Кузнецов А. И. Особенности развития пометов физиологических зрелых и незрелых поросят в подсосный период в условиях промышленной технологии // Физиологические

особенности свиней и проблемы их выращивания в условиях промышленной технологии : сб. науч. тр. Казань, 1986. С. 4–8.

8. Кузнецов А. И., Усова Н. Е., Саржан О. А. Особенности созревания качества мяса, полученного от свиней, родившихся с разной степенью физиологической зрелости // Научные труды Уральской государственной академии ветеринарной медицины. Троицк, 2009. С. 39–45.

9. Рогожин В. В. Биохимия мышц и мяса. СПб. : ГИОРД, 2006. 240 с.

10. Усова Н. Е. Влияние скорости роста поросят, родившихся физиологически незрелыми, на их откормочные и мясные качества // Глобальный кризис и инновационное развитие экономической и социальной сфер : матер. регион. науч.-практ. конф. (12.03.2010) / ГОУ ВПО «РГТУ». Челябинск, 2010. С. 239–242.

Кузнецов Александр Иванович, д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Смолякова Наталья Петровна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Мижевкина Анна Сергеевна, канд. ветеринар. наук, доцент, ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

* * *

AGRICULTURAL SCIENCES

Assessing the state of soils and methods of increasing their fertility in Chelyabinsk region

V. S. Zybalov, Yu. N. Denisov

An agroecological analysis of the state of soils in Chelyabinsk region is presented. The materials of the study of soils on the content of humus, nutrients and changes in the pH reaction are presented. The reasons for soil degradation as a result of insufficient application of organic and mineral fertilizers, disturbance of agricultural technologies, and high anthropogenic load are discussed. It was found that soil pollution with heavy metals and ineffective use of mineral fertilizers led to soil acidification, which negatively affects the yield of agricultural crops. Methods are proposed for increasing soil fertility through the use of local raw materials, such as glauconite, sapropel, peat, melirants and others, as well as expanding green manure and polycultural crops in the structure of sown areas to increase soil fertility.

Keywords: soils, humus, degradation, fertilizers, glauconite, liming, green manure, polyculture.

References

1. Mirkin B. M., Naumova L. G. Populyarnyj ekologicheskij slovar'. M. : Ustojchivyy mir, 1999. 300 s.
2. Kozachenko A. P. Sostoyanie pochv i pochvennogo pokrova Chelyabinskoj oblasti po rezul'tatam monitoringa zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. Chelyabinsk : CHGAU, 1997. 267 s.
3. Racional'noe ispol'zovanie zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Chelyabinskoj oblasti : monografiya / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. 265 s.
4. Denisov Yu. N. Ocenka sostoyaniya plodorodiya pochv Chelyabinskoj oblasti // Agrohimicheskij vestnik. 2015. № 2. S. 2–5.
5. Kopchenov A. A., Zybalov V. S. Interrelation of rotating agricultural lands with output indicators // Ecological Agriculture and Sustainable Development Editors: Prof. Dr Litovchenko Viktor Grigorievich, rector of South Ural State Agrarian University; Prof. Dr Mirjana Radovic Markovic, South Ural State University. 2019. R. 325–333.
6. Orlov D. S. Guminovye veshchestva v biosfere // Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal. 1997. № 2. S. 56–63.
7. Zybalov V. S., Dobrovol'skij I. P. Puti povysheniya plodorodiya pochv Yuzhnogo Urala // Vestnik CHGAA. 2013. T. 64. S. 102–115.
8. Dobrovol'skij I. P., Plohih N. A. Tekhnologii pererabotki othodov : ucheb. posobie. Chelyabinsk : Chelyab. gos. un-t, 2005. 219 s.
9. Chelishchev N. F., Bernshtejn B. G., Volodin V. I. Ceolity – novyj tip mineral'nogo syr'ya. M. : Nedra, 1987. 169 s.
10. Zybalov V. S., Popkova M. A. Vliyanie tyazhelyh metallov na agrohimicheskie pokazateli pochv Yuzhnogo Urala // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gos. universiteta. 2018. Ser. : Himiya. T. 10. № 2. S. 33–39.
11. Upravlenie plodorodiem pochv Chelyabinskoj oblasti : monografiya / V. S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. 194 s.
12. Vasil'ev A. A., Zybalov V. S., Gorbunov A. K. Vliyanie sideral'nyh kul'tur i biostimulyatorov na urozhajnost' i kachestvo klubnej kartofelya v lesostepi Yuzhnogo Urala // Sel'skohozyajstvennye nauki – agropromyshlennomu kompleksu Rossii : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Chelyabinsk, 2017. S. 6–15.
13. Denisov Yu. N., Zybalov V. S. Agroekologicheskaya ocenka i vozmozhnosti ispol'zovaniya glaukonita i othodov proizvodstva dlya povysheniya plodorodiya pochv Chelyabinskoj oblasti // Agrohimicheskij vestnik. 2020. № 6. S. 7–11.
14. Kiryushin V. I. Ekologicheskie osnovy zemledeliya. M. : Kolos, 1996. 559 s.
15. Kozachenko A. P. Sostoyanie pochv i pochvennogo pokrova Chelyabinskoj oblasti po rezul'tatam monitoringa zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. Chelyabinsk, 1997. 107 s.



Zybalov Vladimir Stepanovich, D. Sc. (Agriculture), Professor of the Department “Tillage, Seeding Machines and Agriculture”, South Ural State Agrarian University; Executive Director, Union of Peasant Farms and Agricultural Consumer Cooperatives of Chelyabinsk Region.

E-mail: Zybalov74@mail.ru.

Denisov Yuri Nikolayevich, Federal State Budgetary Institution “Center for Chemicalization and Agricultural Radiology “Chelyabinsk”.

E-mail: agrohim_74_1@mail.ru.

Studying the corn hybrids of different ripeness groups in the southern forest-steppe of Omsk region

A. M. Loginova, S. V. Gubin, G. V. Getz

The studies were carried out at the Siberian branch of the All-Russian Research Institute of Corn in Omsk in 2018-2020 in various weather conditions: limited in terms of heat and moisture supply and close to optimal. The article presents the results of the analysis of the sum of active temperatures above 10°C the interphase period “sprouts – ear flowering” and the onset of physiological ripeness of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of the southern forest-steppe of Omsk region. The hybrids that showed a consistently high grain yield with low harvesting moisture were identified: Severina (FAO140), Sibirskiy 135, Uralskiy 150 (FAO150).

Keywords: corn, hybrid, FAO, sum of active temperatures, physiological ripeness of grain, vegetation period.

References

1. Kukuza (Vyrashchivanie, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie) / D. Shpaar [i dr.] ; pod obshch. red. D. Shpaara. M. : ID OOO«DLV AGRODELO», 2010. S. 50–51.
2. Koshelev B. S. Sovershenstvovanie razmeshcheniya i specializacii sel'skogo hozyajstva v Zapadnoj Sibiri : monografiya. Omsk : Izd-vo OmGAU, 2002. S. 38–46.
3. Summa effektivnyh temperatur v period vskhody-cvetenie roditel'skih form gibridov kukuruzy v razlichnyh usloviyah vyrashchivaniya / V. S. Sotchenko [i dr.] // Kukuza i sorgo. 2012. № 1. S. 15–18.
4. Summa effektivnyh temperatur i kolichestvo dnei za period vskhody-cvetenie pochatkov u roditel'skih form gibridov kukuruzy v zavisimosti ot uslovij vyrashchivaniya / V. S. Sotchenko [i dr.] // Kukuza i sorgo. 2017. № 2. S. 9–13.
5. Sravnitel'naya ocenka hozyajstvenno-cennyh priznakov rannespelyh gibridov kukuruzy v usloviyah limitirovannyh klimaticheskikh resursov v omskoj oblasti / V. S. Il'in, A. M. Loginova, S. V. Gubin, G. V. Getc // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. № 8. Rezhim dostupa : <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36083>.
6. Gubin S. V., Getc G. V., Loginova A. M. Sozдание rannespelyh gibridov kukuruzy s uchetom klimaticheskogo potenciala Omskoj oblasti // Kukuza i sorgo. 2020. № 2. S. 3–9. DOI:10.25715/b4484-6315-4503-j.
7. Genetika, selekciya i tekhnologiya vzdelyvaniya kukuruzy / pod red. P. N. Rybalkina [i dr.]. M.: JkOP : RIPO «Adygeya», 1999. 374 s.
8. Izuchenie i podderzhanie obrazcov selekcii kukuruzy : metod. ukazaniya / pod red. d-ra s.-h. nauk, prof. Shmaraeva. L. : VIR, 1985. 50 s.
9. Pogoda i klimat. Rezhim dostupa : <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>. Data obrashcheniya: 25.12.2020.
10. Kukuza v Sibiri / N. I. Kashevarov [i dr.] ; pod obshch. red. N. I. Kashevarova. Novosibirsk, 2004. S. 48, 118, 342.
11. Orlyanskij N. A., Orlyanskaya N. A. Metodika vydeleniya skorospelyh gibridov kukuruzy dlya severnyh regionov Rossii // Selekcija. Semenovodstvo. Tekhnologiya vzdelyvaniya kukuruzy : mater.

nuch.-prakt. konf., posvyashch. 25-letiyu VNII kukuruzy. Pyatigorsk : Kavkazskaya zdravnica, 2012. S. 38–44.

12. Izuchenie eksperimental'nyh rannespelyh gibridov kukuruzy v razlichnyh usloviyah vyrashchivaniya / Yu. V. Sotchenko [i dr.] // Kukuza i sorgo. 2019. № 1. S. 24–29. DOI: 10.25715/KS.2019.1.26880.

13. Zernovaya produktivnost' gibridov kukuruzy kak funkciya geograficheskikh punktov, srokov poseva i dlitel'nosti hraneniya semyan / V. S. Sotchenko [i dr.] // APK Rossii. 2016. T. 23. № 3. S. 687–694.

14. Panfilov A. E., Ivanova E. S. Dinamika vlazhnosti zerna kukuruzy v svyazi s gidrotermicheskimi usloviyami // Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo centra UrO RAN. 2008. № 1. S. 87.

Loginova Antonina Mikhailovna, Director, Siberian Branch of the All-Russian Research Institute of Corn, Omsk.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Gubin Sergey Valeryevich, researcher, Siberian Branch of the All-Russian Research Institute of Corn, Omsk.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Getz Galina Vasilyevna, researcher, Siberian Branch of the All-Russian Research Institute of Corn, Omsk.

E-mail: sibmais@rambler.ru.

Evaluating the productivity indicators of collection samples of soft spring wheat in the climate of the Middle Urals

Z. R. Nikolaeva

The results of the study carried out in 2017-2019 at Krasnoufimsky Breeding Center (Ural Research Institute of Agriculture – the branch of the FGBNU UrFANITs, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences) are presented. As a result of studying 300 collection samples of soft spring wheat of various ecological and geographical origin, the most productive genotypes of different groups of ripeness were identified – early maturing, mid-early and mid-maturing for their use in breeding for high yields.

Keywords: spring wheat, collection, variety, stability, adaptability, genotype breeding value.

References

1. Nauchno obosnovannaya zonal'naya sistema zemledeliya Sverdlovskoj oblasti : kollektivnaya monografiya / N. N. Zezin, A. E. Panfilov, E. P. Shanina, Z. R. Nikolaeva. Izd. dop., pererab. Ekaterinburg, 2020. 372 s.

2. Nikolaeva Z. R. Rezul'taty izucheniya kollekcii VIR yarovoj myagkoj pshenicy // Ekologo-biologicheskie problemy ispol'zovaniya prirodnyh resursov v sel'skom hozyajstve // Sbornik mater. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh i specialistov. 2018. S. 98–103.

3. Vorob'ev A. V., Vorob'ev V. A. Ocenka adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti sortov v selekcii yarovoj pshenicy na Srednem Urale // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. 2011. № 6. S. 18–20.

4. Lepekhov S. B. Vzaimosvyaz' priznakov produktivnosti yarovoj myagkoj pshenicy v zasushlivykh usloviyah // Perspektivy resheniya agrarnykh problem v usloviyah Zapadnoj Sibiri v rabotah molodyh uchenyh : sb. st. / FGBNU Altajskij NIISKH. Barnaul, 2016. S. 68–72.

5. Eberhart S. A. and Russell W. A. // Grop Sci. 1996. V. 6 № 1. R. 36–40.

6. Tai G. C. C. Genotypic stability analysis and application to potato regional trials // Grop Sci. 1971. V. 11. № 2. R. 184–190.

7. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda // Genetika. 1985. T. 21. № 9. S. 1481–1490.



8. Vorob'ev V. A., Dragavcev V. A., Kardashina V. E. Sohranenie, popolnenie, izuchenie geneticheskikh kollekcij i vydelenie novyh istochnikov i donorov genetiko-fiziologicheskikh sistem, povyshayushchih produktivnost' i urozhai rastenij // Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. 2019. № 11. S. 51–56.

9. Vorob'ev A. V. Ispol'zovanie mirovoj kollekcii VNIIR v selekcii yarovoj pshenicy na Srednem Urale // Strategiya razvitiya kormoproizvodstva v usloviyah global'nogo izmeneniya klimaticheskikh uslovij i ispol'zovaniya dostizhenij otechestvennoj selekcii : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 55-letiyu Ural'skogo NII sel'skogo hozyajstva. 2011. S. 48–54.

10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M. : Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.

Nikolaeva Zulfiya Rakhmatullova, researcher, Laboratory of Primary Seed Production and Selection of Spring Wheat, Ural Research Institute – the branch of FSBSI “Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”.

E-mail: zulfiya.nikolaeva.90@mail.ru.

Dependence of quantitative and qualitative parameters of corn productivity on the duration of the growing season of hybrids in the forest-steppe of the Trans-Urals

A. E. Panfilov, S. D. Shepelev, N. Yu. Vysotsky

The article presents the results of assessing the quantitative and qualitative parameters of the yield of five different early ripening maize hybrids, characterized by FAO numbers ranging from 120 to 200 units. The studies were carried out in 2020 at the SPK “Koelginskoe” named after Shundeeva I.N. in the southern forest-steppe of Chelyabinsk region. As a result of the research, a close inverse dependence of the metabolic energy concentration in dry matter of corn on the duration of the growing season of corn hybrids was established. The high productivity potential of relatively late-ripening forms is manifested in the increase in the green mass yield with an increase in numbers, however, the realization of this potential in the form of the optimal ratio of the grain and vegetative parts of the crop is more likely in hybrids with short development cycles. The evaluation of silage productivity by the yield of dry matter and the collection of metabolic energy levels out the differences between hybrids of different ripeness groups. Taking into account the quality indicators of the yield and the expected need for labor and technical resources when harvesting silage in the forest-steppe of the Trans-Urals, it is advisable to grow corn hybrids with FAO 120-180 for silage, the optimal ratio of which in the sowing structure provides an extension of the harvesting period to 25-30 days.

Keywords: corn, hybrids, early maturity, crop structure, chemical composition, energy value.

References

1. Zezin N. N., Namyatov M. A., Sevost'yanov M. Yu. Optimizaciya struktury posevov kormovykh kul'tur i osobennosti tekhnologii ih vozdeleyvaniya na Srednem Urale // Kormoproizvodstvo. 2020. № 4. S. 25–29. Doi: 10.25685/KRM.2020.2020.63666.

2. Adaptive approach in maize breeding for the Urals region / A. E. Panfilov, N. N. Zezin, N. I. Kazakova, M. A. Namyatov // International Journal of Biology and Biomedical Engineering. 2020. Vol. 14. P. 55–62. Doi: 10.46300/91011.2020.14.9.

3. Eremin D. I., Demin E. A. Vyrashchivanie kukuruzy v lesostepnoj zone Zaural'ya: ot teoreticheskogo obosnovaniya k prakticheskim rezul'tatam // Agrarnyj vestnik Urala. 2017. № 12 (166). S. 9–15.

4. Zezin N. N., Namyatov M. A., Laptev V. R. Perspektivnye gibridy kukuruzy dlya vozdeleyvaniya na silos i zerno v usloviyah Srednego Urala // Kormoproizvodstvo. 2015. № 11. S. 25–28.

5. Voloshin V. A. Kukuruza v kollekcionnom pitomnike // Agrarnyj vestnik Urala. 2010. № 9 (75). S. 57–59.

6. Uilkinson Dzh. M. Silosovanie kukuruzy na korm: vliyanie na sostav i pitatel'nyuyu cennost' // Kukuruza na korm: proizvodstvo i ispol'zovanie / per. s angl. E. N. Fol'kman. M. : Kolos, 1983. S. 93–125.

7. Schuppenies R., Watzke G. Reifengruppenwahl in Abhängigkeit von der klimatischen Bedingungen und Einfluss der Reifengruppe bzw Sorte auf die Qualität von Silomais // *Feldwirtschaft*. 1985. № 4. S. 140–142.
8. Characterization of maize germplasm for the chemical composition of the grain / N. Berardo [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. № 57 (6). R. 2378–2384. Doi: 10.1021/jf803688t.
9. Zaklyuchitel'noe zveno selekcii kukuruzy dlya severnyh rajonov vzdelyvaniya / YU. V. Sotchenko, E. F. Sotchenko, O. L. Shajtanov, M. I. Husnullin // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. T. 30. S. 49–53.
10. Orlyanskij N. A., Zubko D. G., Orlyanskaya N. A. Selekcija kukuruzy na rannespelost' – dostizheniya i perspektivy // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 2 (37). S. 107–111.
11. Carena M. J. Maize commercial hybrids compared to improved population hybrids for grain yield and agronomic performance // *Euphytica*. 2005. Vol. 141 (2). P. 201–208. Doi: 10.1007/s10681-005-7072-0.
12. Duvick D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.) // *Advances in Agronomy*. 2005. Vol. 86. P. 83–145. Doi: 10.1016/S0065-2113(05)86002-X.
13. Multienvironment analysis of traits relation and hybrids comparison of maize based on the genotype by trait biplot / S. S. Dolatabad, R. Choukan, E. M. Hervan, H. Dehghani // *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2010. Vol. 5 (1). P. 107–113. Doi: 10.3844/ajabssp.2010.107.113.
14. Orlyanskij N. A., Orlyanskaya N. A. Vliyanie tipa plazmy otcovskih samoopylennyh linij na ustojchivost' k zagushcheniyu rannespelyh gibridov kukuruzy // *Kukuruza i sorgo*. 2017. № 4. S. 20–24.
15. Grain quality of drought tolerant accessions within the MRI Zemun Polje maize germplasm collection / J. Vančetović [et al.] // *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2014. Vol. 12. P. 186–194. Doi: 10.5424/sjar/2014121-4392.
16. Genetic analysis of performance of maize inbred lines selected for tolerance to drought under low soil nitrogen / S. K. Meseka, A. Menkir, A. E. S. Ibrahim, S. Ajala // *Maydica*. 2006. Vol. 51 (3–4). P. 487–495.
17. Screening genetic variation in maize for deep root mass in greenhouse and its association with grain yield under water-stressed field conditions / M. Liakat Ali [et al.] // *Maydica*. 2015. Vol. 60 (1). P. 3–13.
18. Petryakov A. P., Suprunov A. I., Chujkin P. V. Selekcija vysokoproduktivnyh srednerannih gibridov kukuruzy // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. № 135. S. 69–79.
19. Maize adaptation to temperate climate: Relationship between population structure and polymorphism in the Dwarf8 gene / L. Camus-Kulandaivelu [et al.] // *Genetics*. 2006. Vol. 172 (4). P. 2449–2463. Doi: 10.1534/genetics.105.048603.
20. Manifestation of heterosis during early maize (*Zea mays* L) root development / N. Hoecker, B. Keller, H. P. Piepho, F. Hochholdinger // *Theoretical and Applied Genetics*. 2006. Vol. 112. P. 421–429. Doi: 10.1007/s00122-005-0139-4.
21. Tereshchenko A. A., Suprunov A. I. Selekcija srednerannih gibridov kukuruzy s bystroj otdachej vlagi zernom pri sozrevanii v usloviyah central'noj zony krasnodarskogo kraja // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. T. 30 (1). S. 30–32.
22. QTL underlying field grain drying rate after physiological maturity in maize (*Zea mays* L) / Z. Wang [et al.] // *Euphytica*. 2012. Vol. 185 (3). P. 521–528. Doi: 10.1007/s10681-012-0676-2.
23. Quantitative trait loci for grain moisture at harvest and field grain drying rate in maize (*Zea mays*, L.) / R. G. Sala, F. H. Andrade, E. L. Camadro, J. C. Ceron // *Theoretical and Applied Genetics*. 2006. Vol. 112. R. 462–471. Doi: 10.1007/s00122-005-0146-5.
24. Panfilov A. E., Kazakova N. I. Produktivnost' kukuruzy v lesostepi Zaural'ya kak funkciya skorospelosti gibridov // *APK Rossii*. 2018. T. 25. № 5. S. 586–591.
25. Shepelyov S. D. Soglasovanie parametrov tekhnicheskikh sredstv v uborochnykh processah // *Vestnik CHelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii*. 2014. T. 67. № 1. S. 65–73.
26. Issledovanie effektivnosti silosovaniya razlichnogo rastitel'nogo syr'ya s primeneniem nekotoryh vidov molochnokislyh bakterij v kachestve konservantov / Zh. K. Ibraimova, A. R. Rustenov,



N. Zh. Eleugalieva, E. A. Oleksievich // Biotekhnologiya. Teoriya i praktika. 2013. № 3. S. 41–45. Doi: 10.11134/btp.3.2013.6.

27. Kazakova N. I. Ocenka kachestva silosa v zavisimosti ot skorospelosti gibridov kukuruzy i sroka poseva // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoj agroinzhenernoj akademii. 2012. T. 62. S. 92–95.

28. Il'inyh V. N., Maslyuk A. N. Vliyanie raznokachestvennogo kukuruznogo silosa na effektivnost' proizvodstva moloka v OOO «Agrofirma Vostochnaya» // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2016. № 2. S. 27.

29. Kazancev A. A. Primenenie razlichnyh tekhnologij silosovaniya s cel'yu uvelicheniya sohranosti i pitatel'nosti kukuruznogo silosa // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 33. S. 134–136.

30. Shepelyov S. D., Shepelyov V. D., Vysockij N. Yu. Modelirovanie tekhnologicheskogo processa uborki kukuruzy na silos // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 4 (59). S. 105–112. Doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.4.105.

Panfilov Alexey Eduardovich, D. Sc. (Agriculture), Professor, chief researcher, Innovation Research Center, South Ural State Agrarian University.

E-mail: al_panfilov@mail.ru.

Shepelev Sergey Dmitryevich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Director of the Institute of Agricultural Engineering, South Ural State Agrarian University.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

Vysotsky Nikita Yuryevich, postgraduate student of the Department “Operation of Machine and Tractor Fleet, Technology and Mechanization of Livestock Breeding”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: nikitavys@mail.ru.

Assessing the adaptive characteristics of spring barley varieties in the conditions of the Middle Urals

E. A. Shadrina

The aim of the study was to study the indicators of adaptation of new varieties of spring barley through the values of yield. The research was carried out in 2013-2017, within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education on the topic: “Creation and improvement of adaptive technologies for the cultivation of economically significant crops based on the optimization of biotic and abiotic factors”. It was found that among the studied variants of the experiment, the variety Pamyati Chepeleva stood out for most of the indicators. The variety has a good genetic potential with the yield of up to 56.7 kg/ha; combines high values of indicators: stability (26.18), general adaptive ability (2.9), breeding value of the genotype (35), genetic flexibility (44 c/ha) and genotype effect (2.9 c/ha).

Keywords: spring barley, yield, cultivation technology, adaptation, stability, biotic and abiotic factors.

References

1. Strategiya razvitiya potrebitel'skogo rynka Sverdlovskoj oblasti na period do 2035 goda. Postanovlenie pravitel'stva Sverdlovskoj oblasti № 378-PP ot 28.06.2019 g. Rezhim dostupa : www.yandex.ru/clck/jsreaddir?bu=ibb730&from.

2. Nauchno obosnovannaya sistema zemledeliya Sverdlovskoj oblasti : kollektivnaya monografiya / N. N. Zezin [i dr.] ; pod obshch. red. d-ra s.-h. nauk N. N. Zezina. Izd. dop., pererab. Ekaterinburg : Dzhi Lajm OOO, 2020. 372 s.

3. Terekhova A. V. Formirovanie vysokoproduktivnyh posevov yarovogo yachmenya na yugovostoke Volgo-Vyatskogo regiona : dis. ... kand. s.-h. nauk. Nizhnij Novgorod, 2002. 188 s.

4. Fatyhov I. Sh. Nauchnye osnovy adaptivnoj tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo yachmenya v Ural'skom regione Nechernozemnoj zony Rossii : dis. ... d-ra s.-h. nauk. Izhevsk, 2001. 540 s.
5. Maksimov R. A., Shadrina E. A. Reakciya novogo sorta yarovogo yachmenya Pamyati Chepeleva na tip pochvy i udobreniya v usloviyah Srednego Urala // APK Rossii. 2016. T. 23. № 5. S. 939–942.
6. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur / M. A. Fedin [i dr.]. Izd. 2-e. M., 1989. 195 s.
7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M. : Agropromizdat, 1985. 350 s.
8. Eberhart S. A. and Russell W. A. // Grop Sci. 1996. V. 6. № 1. P. 36–40.
9. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda // Genetika. 1985. T. 21. № 9. S. 1481–1490.
10. Maruhnnyak A. Ya. Ocenka adaptivnyh osobennostej sortov yarovogo yachmenya // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 1. S. 67–72.
11. Sozonova A. N. Hozyajstvenno-biologicheskaya i selekcionnaya cennost' skorospelyh sortov soi v lesostepnoj zone Zaural'ya : dis. ... kand. s.-h. nauk. Tyumen', 2019. 187 s.
12. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Geneticheskie osnovy selekcii rastenij : v 4 t. / nauch. red. Minsk : Belarus. nauka, 2008. T. 1 : Obshchaya genetika rastenij. 551 s.
13. D'yakov A. B., Trunova M. V. Vzaimosvyaz' mezhdru parametrami stabil'nosti i adaptivnosti sortov. Maslichnye kul'tury // Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. 2010. Vyp. 1 (142–143). S. 80–86.
14. Hangil'din V. V. Parametry ocenki gomeostatichnosti sortov i selekcionnyh linij // Nauchno-tekhnicheskij byulleten' Vsesoyuznogo selekcionno-geneticheskogo instituta. 1986. № 2 (60). S. 36–41.

Shadrina Evgeniya Andreyevna, postgraduate student, researcher, Laboratory of Varietal Agricultural Technology and Ecological Testing of Varieties, Krasnoufimsky Breeding Center, Ural Research Institute of Agriculture – the branch of FGBNU Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

E-mail: evg.schadrina@yandex.ru.

TECHNICAL SCIENCES

Power balance of the press separator for mechanically deboned meat production

A. V. Bogdanov, M. S. Silkov, N. V. Lomachinsky

Much attention is paid to increasing the agricultural production in our country. This fully applies to products from raw meat requiring an increase in the productivity of meat processing equipment. Such equipment includes press separators for the soft fraction (muscle tissue) from the bone residue. The article proposes an improved device (press separator) for the production of mechanically deboned meat, for which a patent for a useful model has been obtained. The press separator increases productivity in comparison with analogues due to the unloading groove (gripping tooth) of the auger, which reliably captures the raw meat in the loading hopper. This prevents the formation of arches (congestion) of raw materials. The article presents a diagram of an improved press separator and the principle of its operation, as well as a diagram of the interaction of raw materials with a screw (gripping tooth) in the loading zone. The parameters of the device are proposed to be substantiated on the basis of the power balance equations. Power balance equations are drawn up for the press separator before and after its improvement. Their analysis shows that in the improved press separator there is additional power spent on the capture of raw materials in the hopper by the gripping tooth of the auger. The appearance of this power leads to an additional power consumption by the press separator motor and, therefore, requires adjusting the power of the engine itself.

Keywords: press separator, deboning, capture, power balance, loading, poultry meat.



References

1. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Utverzhdena Ukazom Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. № 20.
2. Inzhiringovaya kompaniya Fornaks. Rezhim dostupa : <https://4nax.ru/text-articles/vidy-pressov-mehanicheskoy-obvalki-myasa>. Data obrashcheniya: 28.03.2021.
3. Berk Z. Food Process Engineering and Technology Second Edition. Israel : Academic Press, 2008. 624 s.
4. Pat. 2541406. Sposob proizvodstva myasa mekhanicheskoy obvalki raznogo kachestva i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya. № 2013141272/13 ; zayavl. 10.09.2013 ; opubl. 10.02.2015, Byul. № 4.
5. Pat. 2684742. Separator myasa i kostej. № 2018130615 ; zayavl. 22.03.2017 ; opubl. 12.04.2019, Byul. № 11.
6. Pat. 2612711. SHnekovyj press-separator. № 2015141693 ; zayavl. 27.03.2014 ; opubl. 13.03.2017, Byul. № 8.
7. Silkov M. S. Analiz konstrukcij ustrojstv dlya obvalki myasa pticy i ryby // Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK : sb. nauch. trudov. 2019. S. 450–453.
8. Pat. 197991. Ustrojstvo dlya proizvodstva myasa mekhanicheskoy obvalki. № 2020107264 ; zayavl. 17.02.2020 ; opubl. 11.06.2020, Byul. № 17.
9. CHerkasov R. I., Bajbara S. N. Usloviya effektivnoj zagruzki vertikal'nogo shneka v zone zahvata transportiruemogo materiala // Innovacii v nauke. 2015. № 46. S. 60–68.
10. Avtomatizirovannoe proektirovanie i raschet shnekovyh mashin : monografiya / M. V. Sokolov [i dr.]. M. : Mashinostroenie-1, 2004. 248 s.

Bogdanov Andrey Vladimirovich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University; Leading Engineer for Safety and Ergonomics Assessment of Test Machines, Ural Testing Center of Agricultural Machinery.

E-mail: bav-64@mail.ru.

Silkov Maksim Sergejevich, post-graduate student of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: serious_lod@mail.ru.

Lomachinsky Nikita Vladimirovich, Director, OOO “KEP Laboratory for Variators”.

E-mail: labovar@ya.ru.

Results of experimental studies on compression-reconstruction of raw meat

A. V. Bogdanov, R. I. Shafikov, S. V. Ganenko

The quality of meat products can be improved by massaging raw meat, which improves the structural and mechanical properties of meat and increases organoleptic characteristics. The article presents experimental research on compression-reconstruction of meat pieces. Thus, a device for compressing raw meat to create and fix the required force on the product and measure its residual thickness (after removing the force) was developed and manufactured. In the experiments, the meat piece was located between the upper fixed base and the movable plate of the installation. The force was transmitted through a lifting loop the movable plate of which rose up and squeezed meat pieces located on it. Experiments have shown that the residual thickness of the meat piece with an increase in the number of compression-reconstruction cycles remains at the same level. Moreover, the first cycles of compression of raw materials to a thickness of 20 mm require more effort than in subsequent cycles. This can be seen from the diagrams given in the article, constructed according to the regression equations obtained on the basis of experimental studies. The research results will be useful for substantiating the parameters of mechanical meat massagers that provide compression-reconstruction cycles of raw meat.

Keywords: compression-reconstruction, meat massager, raw meat, residual thickness, force, compression, thickness.

References

1. Biotekhnologiya myasa i myasoproduktov : kurs lekciy / I. A. Rogov, A. I. Zharinov, L. A. Tekut'eva, T. A. Shepel'. M. : DeLiprint, 2009. 296 s.
2. Kachestvo myasa i ego pokazateli // Znaj Tovar. 2019. Rezhim dostupa : <https://znaytovar.ru/s/pokazateli-kachestva-myasa.html> (data obrashcheniya: 18.03.2021).
3. Sila uprugosti. Zakon Guka // Foksvord. 2020. Rezhim dostupa : <https://foxford.ru/wiki/fizika/sila-uprugosti-zakon-guka> (data obrashcheniya: 22.03.2021).
4. Myaso, trebovaniya k kachestvu myasa // Food 24 News. 2019. Rezhim dostupa : <http://www.food24news.ru/warenkunde/223627.html#.XhboXM5S-Uk> (data obrashcheniya: 24.03.2021).
5. Bogdanov A. V., Ganenko S. V., Shafikov R. I. Obosnovanie konstruktivnykh parametrov i rezhimov raboty shnekovogo myasomassazhera // Servis tekhnicheskikh sistem – osnova bezopasnogo funkcionirovaniya mashin i oborudovaniya predpriyatij APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroinzhenerii. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2018. S. 257–263.
6. Kurochkin A. A. Tekhnologicheskoe oborudovanie dlya pererabotki produkcii zhivotnovodstva. M. : KolosS, 2010. 503 s. : il.
7. Naumova N. L., Chaplinskij V. V. O razrabotke funkcional'nykh myasoproduktov v Rossii // Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : mater. LIV Mezhdunar. nauch.-tekhn. konferencii. Chelyabinsk : CHGAA, 2015.CH. 2. S. 128–135.

Bogdanov Andrey Vladimirovich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University; Leading Engineer for Safety and Ergonomics Assessment of Test Machines, Ural Testing Center of Agricultural Machinery.

E-mail: bav-64@mail.ru.

Shafikov Raul Ismailovich, 1st year postgraduate student, the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

Ganenko Sergey Vladimirovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: pererabotkashp@mail.ru.

Studying the flexible membranes in a 3D model system

A. N. Kozlov, I. S. Zhitenko, R. M. Latypov

The studies of the rubber membranes of milking machine pulsators in the 3D-model software package revealed the following. Due to the high deformation of the rubber membrane, up to 0.3889 mm, in the PM-1 membrane-valve pulsator in the middle part (the deformation is 0.3889 to 0.3513 mm), a convex shape is formed due to relaxation. Its elasticity decreases, which leads to a violation of the mode of operation of the pulsator PM-1. In the rubber membrane of the L-80 membrane-piston pulsator, the greatest deformations are also in the central part and vary 200 times less, from 0.001715 to 0.001608 mm. This ensures stable operation of the L-80 membrane-piston type pulsator. The analysis of the probability values of the random average values of the pulsation frequency of the pulsators PM-1 and L-80, based on the given deviations of one of them, confirmed the stability of the operation of the membrane-piston type pulsator L-80. This confirmed the high significance of the differences between pulsators of brands L-80 (new batch), L-80 (6 months of operation) and brands PM-1 (new batch) and PM-1 (6 months of opera-



tion). At the same time, the significance of differences between pulsators of the L-80 (new batch) and L-80 brands (6 months of operation) was not revealed. Of all the studied brands of pulsators, the pulsator of the L-80 membrane-piston type has a functional tolerance for the frequency of pulsations for six months. The analysis of the probability of correspondence between the random values of the pulsation frequency of the pulsators of the PM-1 and L-80 brands, lying between the given deviations according to GOST ISO 5707, confirms the high performance of the L-80 pulsator (0.7837).

Keywords: rubber membrane, 3D model, probability of random variables, deformation, pulsation frequency of pulsators, milking machine.

References

1. Kozlov A. N., Pyastolov V. A. Cifrovaya tekhnologiya doeniya korov // Nauka i prosveshchenie: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii : sb. st. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza : MCNS «Nauka i Prosveshchenie», 2021. S. 30–34.
2. Kozlov A. N., Pyastolov V. A. Problemy adaptacii tekhniki v sel'skom hozyajstve // APK Rossii. 2021. T. 28. № 1. S. 48–56.
3. Kozlov A. N., Pyastolov V. A. Issledovanie mekhanicheskoy stimulyacii refleksa molokootdachi u zhivotnyh // Nauka i innovacii v XXI veke: aktual'nye voprosy, otkrytiya i dostizheniya : sb. st. XXIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Penza : MCNS «Nauka i Prosveshchenie», 2021. S. 61–66.
4. Kozlov A. N., Chernickij A. V., Aleshin A. V. Adaptivnoe doil'noe oborudovanie : monografiya. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2017. 208 s.
5. Kozlov A. N. Povyshenie rabotosposobnosti doil'nyh apparatov : monografiya. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2016. 99 s.
6. Kozlov A. N., Saidov F. M. Opredelenie koefitsienta soprotivleniya drosselya pul'satora doil'nogo apparata // Idei molodyh – agropromyshlennomu kompleksu : mater. LXVI studench. nauch. konferencii. Chelyabinsk, 2015. S. 100–105.
7. Kozlov A. N. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya membrany pul'satora doil'nogo apparata v sisteme ARM WinMachine // Nauchnye dostizheniya i otkrytiya 2018 : sb. st. IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konkursa. Penza : MCNS «Nauka i prosveshchenie», 2018. S. 43–48.
8. Kozlov A. N. Issledovanie membrannyh pul'satorov doil'nyh apparatov // APK Rossii. 2017. T. 24. № 3. S. 661–666.
9. Kozlov A. N., Mavlyanov G. M. Issledovanie klapanno-membrannyh pul'satorov doil'nyh apparatov // Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : mater. LII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konferencii. Chelyabinsk : CHGAA, 2013. Ch. 3. S. 158–162.
10. Kozlov A. N. Issledovanie pul'satorov doil'nyh apparatov razlichnyh tipov // Sovremennye tendencii tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroinzhenerii (Chelyabinsk, 2020). Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skij GAU, 2020. S. 61–69.
11. Pustyl'nik E. I. Statisticheskie metody analiza i obrabotki nablyudenij. M. : Nauka, 1968. 288 s.
12. Ustanovki doil'nye. Konstrukciya i tekhnicheskaya harakteristika. Mezhdunarodnyj standart ISO 5707. M., 1987. 25 s.

Kozlov Aleksander Nikolayevich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ankozlov2016@yandex.ru.

Zhitenko Ivan Sergeyeovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: zhitenko77@yandex.ru.

Latypov Rafkat Mirkhatovich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: mtpitmg@mail.ru.

Substantiating the procedure of experimental studies of the influence of the parameters and operating modes of a disk working body on the quality of inter-row processing

R. M. Latypov, M. N. Kalimullin, E. G. Mukhamadiev, S. I. Silkov

The article theoretically substantiates the design parameters of the working body for inter-row processing, determines the levels of variation of parameters and operating mode, developed a methodology for conducting experimental studies based on a three-factor experiment with a three-level variation of factors.

Keywords: processing, disk, working body, experiment, parameters, technique, operation, research, culture.

References

1. Rezul'taty tyagovyh ispytaniy gryadoobrazovatelya frezernogo tipa / A. P. Dorohov, R. M. Latypov, E. G. Muhamadiev, P. M. Podol'ko // *Traktory i s.-h. mashiny*. 2008. № 2. S. 13–16.
2. Latypov R. M., Muhamadiev E. G., Pridatchenko V. S. Obosnovanie parametrov diskovogo rabocheho organa dlya mezhduryadnoj obrabotki kartofelya // *Aktual'nye voprosy agroinzhenernyh i agromicheskikh nauk : mater. Nac. nauch. konf. Instituta agroinzhenerii, Instituta agroekologii / pod red. S. A. Gricenko. Chelyabinsk, 2020. S. 93–105.*
3. Latypov R. M., Muhamadiev E. G. obosnovanie gryadolentochnoj tekhnologii vozdelevaniya kartofelya // *Vestnik Chelyabinskogo agroinzhenernogo universiteta*. 1997. T. 21. S. 37.
4. Muhamadiev E. G. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty rotacionnogo rabocheho organa dlya mezhduryadnoj obrabotki kartofelya : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk, 1993.
5. Kalimullin M. N. Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov i tekhnicheskikh sredstv dlya vozdelevaniya kartofelya : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Kazan', 2017. 40 s.
6. Vedenyapin G. V. Obshchaya metodika eksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnyh dannyh. M. : Kolos, 1973. 199 s.

Latypov Rafkat Mirkhatovich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: mtpitmg@mail.ru.

Kalimullin Marat Nazipovich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Kazan State Agrarian University.

E-mail: marat-kmn@yandex.ru.

Mukhamadiev Edgar Gilmkhanovich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: edgar-m65@msil.ru.

Silkov Sergey Ilyich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department "Technical Service of Machines, Equipment and Life Safety", South Ural State Agrarian University.

E-mail: sergvoelis@mail.ru.

Technological scheme for growing hydroponic green fodder increasing the yield of fodder mass

I. G. Torbeev, G. P. Leshchenko, E. A. Leshchenko

A technological scheme for growing hydroponic green fodder is proposed to increase the efficiency of harvesting environmentally friendly fodder. Experimentally, it was possible to establish the effect



of electrical treatment on biomass. The optimal parameters for the use of electrical processing have been selected. Application of the proposed technological scheme increases the obtained biomass by 10-15% while maintaining the biological usefulness of the product.

Keywords: biomass, electric seed treatment, hydroponic green fodder, technological scheme, corona charge.

References

1. Mediko-biologicheskie i ekologicheskie posledstviya radioaktivnogo zagryazneniya reki Tcha / V. A. Akleev [i dr.]. M. : Ekologiya, 2000. S. 5–6.
2. Amirdzhanyan Zh. A. Soderzhanie tyazhelyh metallov v zagryaznennyh pochvah // Himiya v sel'skom hozyajstve. 1994. № 1. S. 4.
3. Kruglyakov Yu. A. Oborudovanie dlya nepreryvnogo vyrashchivaniya zelenogo korma gidroponnym sposobom. M. : Agropromizdat, 1991. S. 79.
4. Pat. na polezn. model' RF № 37301. Gidroponnaya ustanovka / M. V. Avdeev, E. M. Basarygina, G. P. Leshchenko ; publ. 2004, Byul. № 11.
5. Leshchenko G. P., Sazonov K. A., Torbeev I. G. Elektrodneye sistemy dlya obrabotki bioob»ektov // Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : mater. Mezhdunar. LIV nauch.-tekhn. konferencii. Chelyabinsk, 2015. S. 28–33.

Torbeev Ivan Grigoryevich, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Applied Mechanics”, South Ural State Agrarian University.
E-mail: torbella@mail.ru.

Leshchenko Galina Pavlovna, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Applied Mechanics”, South Ural State Agrarian University.
E-mail: umu@sursau.ru.

Leshchenko Evgeniya Anatolyevna, Cand. Sc. (Engineering), Associate Professor of the Department “Applied Mechanics”, South Ural State Agrarian University.
E-mail: etodlya_menya@mail.ru.

Direct sowing technology for grain crops

S. D. Shepelev, E. N. Kravchenko, N. A. Telichkina, M. V. Pyataev, S. M. Krasnozhon

The development of a new method of sowing seeds of agricultural crops and technical means for the implementation of the proposed method of sowing is presented. This will ensure the contact of seeds with moist soil, protect seedlings from damage by wind and possible spring frosts, and ensure the flow of rain moisture to the plants. Sowing is proposed to be carried out with a wide-cut stubble seeder with anchor openers. Field tests showed that the highest yield of spring wheat variety Omskaya 36 was obtained when sowing with 27 cm row spacing at a seeding rate of grain crops of 120 kg/ha.

Keywords: direct sowing, anchor openers, yield, sowing complex.

References

1. Kuznecov P. I. Yarovaya pshenica v Zaural'e. Chelyabinsk : Yuzh.-Ural. kn. izd-vo, 1980. 127 s.
2. Polikutin N. G., Batraeva O. S., Telichkina N. A. Sel'skohozyajstvennyye mashiny : laboratornyj praktikum. Chelyabinsk, 2015. 352 s.
3. Astaf'ev V. L. Sravnenie sposobov poseva pshenicy v razlichnyh usloviyah Severnogo Kazahstana // Dostizhenie nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu : mater. LIV Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii. Chelyabinsk, 2015. S. 8–16.

4. Orlov A. N., Tkachuk O. A., Pavlikova E. V. Vliyaniye sposobov poseva i norm vyseva na urozhaynost' yarovoj pshenicy // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 4. S. 24–27.

5. Pat. na izobr. № 2729525 Sposob pryamogo poseva sel'skohozyajstvennyh kul'tur / S. D. Shepelyov, E. N. Kravchenko, I. N. Kravchenko, N. A. Telichkina ; opubl. 07.08.2020.

6. Pat. na polezn. model' № 179958 SHirokozahvatnaya sternevaya seyalka dlya poseva sel'skohozyajstvennyh kul'tur / S. D. Shepelyov, I. N. Kravchenko, E. N. Kravchenko ; opubl. 29.05.2018.

7. Kravchenko E. N., Shepelyov S. D. Rezul'taty ispytaniy seyalok s ankernymi i strel'chatymi soshnikami // Tekhnologii i sredstva mekhanizacii v APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Instituta agroinzhenierii, posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhd. akad. RAN, d.t.n. V.V. Blednyh. Chelyabinsk, 2018. S. 95–99.

Shepelev Sergey Dmitryevich, D. Sc. (Engineering), Associate Professor, Director of the Institute of Agricultural Engineering, South Ural State Agrarian University.

E-mail: shepelev2@yandex.ru.

Kravchenko Evgeniy Nikolayevich, candidate of the department “Operation of the machine and tractor fleet, and technology and mechanization of animal husbandry”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: nich_csaa@mail.ru.

Telichkina Natalya Anatolyevna, Cand. Sc. (Engineering), South Ural State Agrarian University.

E-mail: telichkina76@mail.ru.

Pyataev Maksim Vyacheslavovich, Cand. Sc. (Engineering), South Ural State Agrarian University.

E-mail: 555maxim@mail.ru.

Krasnozhon Sergey Mikhailovich, Cand. Sc. (Agriculture), South Ural State Agrarian University.

E-mail: krasnozhonsergei@mail.ru.

VETERINARY SCIENCE

The use of chelated copper and zinc compounds in the complex treatment of pododermatitis in highly productive cows

A. N. Bezin, I. I. Volotko, V. V. Ivanov, E. P. Tsiulina, R. R. Idrisova

The paper presents the results of clinical and orthopedic clinical examination of cows at OOO “Karsinskoe”, Troitsky District, Chelyabinsk Region, which showed that the incidence of hoof diseases in cows in the summer-autumn period of 2021 was 32%, with pododermatitis (54%) and dermatitis most common form of the interdigital cleft (26%). The therapeutic efficacy of the complex treatment of purulent pododermatitis in cows using the gel “Salka”, which has antimicrobial and wound-healing effects, has been established. The proposed method for the treatment of purulent pododermatitis in cows provides clinical recovery of animals for 14.2 ± 1.34 days, which is two days earlier than when using biosanit-spray and tar bandage for hooves CERTOPLAST. Analysis of indicators of the morphological composition of blood in pododermatitis in high-yielding cows showed that as a result of the treatment, the level of leukocytes significantly decreased and after 14 days from the start of treatment reached the standard values.

Keywords: cows, pododermatitis, clinical examination, gel «Salka».

References

1. Bezin A. N., Ciulina E. P., Idrisova R. R. Opyt operativnogo lecheniya osteoartrita kopytcevog sustava u korov / Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. Zasluzh. deyatelya nauki RSFSR, d-ra veterinar. nauk, prof. Kabysya A. A. : sb. nauch. tr. Troick, 2017. S. 42–49.



2. Bezin A. N., Ciulina E. P., Idrisova R. R. Effektivnost' fortiklin spreya i biohelat-gelya v kompleksnom lechenii zabojevanij kopytec u korov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny imeni Baumana. Kazan', 2019. T. 237. S. 27–31.

3. Ermolaev V. A., Mar'in E. M., Savel'eva Yu. V. Etiologiya, rasprostranenie zabojevanij kopytec krupnogo rogatogo skota v zimne-stojlovij period // Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ul'yanovsk, 2009. T. 3. S. 49–52.

4. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii : sprav. izdanie / I. P. Kondrahin [i dr.]. M. : Agropromizdat, 1985. 287 s.

5. Rukol' V. M. Primenenie preparata «Biohelat-sprej» dlya lecheniya korov s boleznymi pal'cev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskoj GAVM. 2014. T. 50. № 1. S. 138–141.

6. Shearer J. K., van Amstel S. R. Traumatic Lesions of the Sole // Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2017. Jul. № 33 (2). P. 271–281. Doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.001. PMID: 28579045.

7. Combination effect of allyl isothiocyanate and hoof trimming on bovine digital dermatitis / T. Yamamoto [et al.] // J Vet Med Sci. 2018. Jul 12. № 80 (7). P. 1080–1085. Doi: 10.1292/jvms.18-0097. Epub 2018 May 9. PMID: 29743458; PMCID: PMC6068293.

8. A survey of United States dairy hoof care professionals on costs associated with treatment of foot disorders / K. A. Dolecheck, R. M. Dwyer, M. W. Overton, J. M. Bewley // J Dairy Sci. 2018. Sep. № 101 (9). P. 8313–8326. Doi: 10.3168/jds.2018-14718. Epub 2018 Jul 4. PMID: 30126603.

9. Bacterial species associated with interdigital phlegmon outbreaks in Finnish dairy herds / M. Kontturi [et al.] // BMC Vet Res. 2019. Jan 29. № 15 (1). P. 44. Doi: 10.1186/s12917-019-1788-x. PMID: 30696445; PMCID: PMC6352363.

Bezin Alexander Nikolayevich, D. Sc. (Veterinary), Professor of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: bezin74@mail.ru.

Volotko Ivan Ilyich, D. Sc. (Veterinary), Professor, researcher, Innovation Research Center, South Ural State Agrarian University.

E-mail: butakova.n.i@yandex.ru.

Ivanov Vadim Vitalyevich, D. Sc. (Veterinary), South Ural State Agrarian University.

E-mail: 902290@mail.ru.

Tsiulina Elena Petrovna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: elenaciulina@mail.ru.

Idrisova Roza Ravilyevna, Cand. Sc. (Veterinary), South Ural State Agrarian University.

E-mail: idrisova78@inbox.ru.

Evaluating the effectiveness of treating the piglets with gastroenteritis in a farm

A. M. Gertman, T. S. Samsonova, N. A. Yudina

The article presents the results of studying the effectiveness of the treatment regimen for piglets with gastroenteritis in a farm. This has been identified as the goal of performing scientific research. The research material was 18 piglets of large white breed at the age of 2-2.5 months suffering from gastroenteritis. They were randomly divided into two groups – the control and the experimental ones. All test subjects were fed three times a day, providing free access to clean drinking water. Control piglets received intramuscular injection of Dorin solution for five days. Piglets of the experimental group were injected with feedomix and

intramuscularly with a 5% solution of Baytril for three days. For fourteen days, all animals were monitored, the timing of recovery and restoration of appetite was assessed. Violation of the feeding technology led to the appearance of clinical signs of catarrhal gastroenteritis in piglets: soporous state, weakness, stagnation, low-grade fever, anemicity and dryness of mucous membranes, decreased appetite up to anorexia, pain and tension of the abdominal walls, increased peristaltic noise, diarrheal syndrome feces with a nonspecific pungent odor, the presence of undigested feed particles and mucus. In the experimental group, the normalization of the clinical status took place in a shorter time. At the same time, the morpho-biochemical blood parameters were significantly higher in the experimental piglets. Biochemical indicators indicate the restoration of protein-synthetic and other functions of the liver of this group of animals.

Keywords: piglets, gastroenteritis, diagnostics and complex treatment.

References

1. Rossijskoe zhivotnovodstvo: nasyshchenie vnutrennego rynka. Analiticheskij obzor. Iyun', 2020. 14 s. Rezhim dostupa : https://www.ra-national.ru/sites/default/files/Obzor_Rossijskoe%20zhivotnovodstvo_NRA_25062020.pdf (data obrashcheniya 02.03.2021).
2. Metodicheskoe posobie po diagnostike, profilaktike i terapii zheludochno-kishechnyh boleznej porosyat / A. G. Shahov [i dr.]. ; GNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij veterinarnyj institut patologii, farmakologii i terapii». Voronezh, 2010. 59 s.
3. Rol' solej tyazhelyh metallov v razvitii boleznej zheludochno-kishechnogo trakta zhivotnyh / A. M. Gertman, T. S. Samsonova, E. M. Manina, N. F. Ufimceva // APK Rossii. 2020. T. 27. № 2. S. 357–361.
4. Metody diagnostiki boleznej sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh : ucheb. posobie / A. P. Kurdeko [i dr.]; pod red. A. P. Kurdeko, S. P. Kovaleva. SPb. : Lan', 2020. 208 s.
5. Gribovskij G. P., Rabinovich M. I. Veterinarno-toksikologicheskaya ocenka anomal'nogo sodержaniya tyazhelyh metallov v prirodno-tekhnogennyh provinciyah Yuzhnogo Urala: metodicheskie rekomendacii. Troick, 1998. 40 s.
6. Gertman A. M., Samsonova T. S. Sravnitel'naya effektivnost' sposobov korrekcii pokazatelej mineral'nogo i belkovogo obmenov u svinej v usloviyah biogeohimicheskoy provincii Yuzhnogo Urala // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 4 (186). S. 62–72.

Gertman Aleksander Mikhailovich, D. Sc. (Veterinary), Professor, Head of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.
E-mail: kdiagavm@inbox.ru.

Samsonova Tatiana Sergeevna, Cand. Sc. (Biology), Associate Professor of the Department of Non-communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.
E-mail: tsamsonova01@mail.ru.

Yudina Nina Aleksandrovna, Cand. Sc. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Livestock and Poultry, South Ural State Agrarian University.
E-mail: t.kzp@sursau.ru.

Characteristics of biochemical processes and organoleptic indicators of meat maturation obtained from pigs born with different degrees of physiological maturity

A. I. Kuznetsov, N. P. Smolyakova, I. A. Lykasova, F. G. Gizatullina, A. S. Mizhevikina

The aim of the investigation was to study the characteristics of the maturation of meat obtained from pigs born with different degrees of physiological maturity, raised in different conditions. It has been established that meat obtained from pigs born with different degrees of maturity and raised under different



technology conditions during maturation and storage has a different nature of biochemical changes that determine its different quality. The most positive biochemical changes occur in meat obtained from animals born physiologically mature. In meat obtained from pigs born in a state of physiological immaturity and raised in separate groups, autolytic processes were lower in quality than in meat from mature ones. In this regard, the general organoleptic assessment of cooked meat and broth was good and was estimated at 7 points, which is 3 points higher than in meat obtained from physiologically immature piglets raised together with mature piglets, and 2 points lower than in the assessment of meat obtained from mature animals. In meat obtained from animals born immature and raised in groups together with mature, the values of indicators in the process of meat maturation were determined by the lowest. The quality of the meat is set below average and is estimated at 4 points.

Keywords: piglets, physiologically mature, physiologically immature, meat maturation, meat quality.

References

1. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. *Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov*. M. : KolosS, 2001. S. 134–148.
2. Kabanov V. D., Zhirnov I. A., Plaksin B. A. Vliyanie skorosti rosta porosyat na myasnye kachestva // *Svinovodstvo*. 1970. № 3. S. 45–50.
3. Kuznecov A. I., Luzin V. N., Lukoshkina V. G. Osobennosti vyrashchivaniya nezrelyh porosyat // *Ural'skie Nivy*. 1989. № 3. S. 50.
4. Kuznecov A. I. Osobennosti razvitiya pometov fiziologicheskikh zrelyh i nezrelyh porosyat v podosnyj period v usloviyah promyshlennoj tekhnologii // *Fiziologicheskie osobennosti svinej i problemy ih vyrashchivaniya v usloviyah promyshlennoj tekhnologii* : sb. nauch. tr. Kazan', 1986. S. 4–8.
5. Kuznecov A. I., Usova N. E., Sarzhan O. A. Osobennosti sozrevaniya kachestva myasa, poluchennogo ot svinej, rodivshihsy s raznoj stepen'yu fiziologicheskoy zrelosti // *Nauchnye trudy Ural'skoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny*. Troick, 2009. S. 39–45.
6. Usova N. E. Vliyanie skorosti rosta porosyat, rodivshihsy fiziologicheski nezrelymi, na ih otkormochnye i myasnye kachestva // *Global'nyj krizis i innovacionnoe razvitie ekonomicheskoy i social'noj sfer* : mater. region. nauch.-prakt. konf. (12.03.2010) / GOU VPO «RGU». Chelyabinsk, 2010. S. 239–242.

Kuznetsov Aleksandr Ivanovich, D. Sc. (Biology), Professor, Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Smolyakova Natalya Petrovna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Lykasova Irina Aleksandrovna, D. Sc. (Veterinary), Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Gizatullina Firdaus Gabdrakhmanovna, D. Sc. (Veterinary), Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Mizhevikina Anna Sergejevna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Commodity characteristics of pork meat obtained from animals born with different degrees of maturity during long-term storage

A. I. Kuznetsov, N. P. Smolyakova, A. S. Mizhevnikina

The article provides a commodity characteristic of pork meat obtained from animals born with different degrees of maturity, during long-term storage. It was found that meat obtained from pigs born physiologically mature, on the 10th day of storage, has fresh properties and can be used without restrictions. In meat obtained from pigs born physiologically immature, raised in separate litters and groups, there are more profound changes in meat spoilage than in meat obtained from animals born mature. However, on the 7th day of storage, the meat is assessed fresh, with NOR signs and can be used directly for food and for the production of all types of high-quality meat products without restrictions. By the 10th day, it acquires dubious freshness. To determine its further use, it must be subjected to microbiological studies. In meat obtained from animals born immature, raised in litters and groups with mature ones, a greater decrease in its quality was found than pork obtained from immature animals raised separately. On the 7th day of storage, it has PSE signs, dubious freshness and should be subjected to additional chemical and microbiological studies. Such meat was recommended to be used only for industrial processing.

Keywords: piglets, physiologically mature, physiologically immature, meat quality, physicochemical, functional and technological, consumer properties of meat.

References

1. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. *Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov*. M. : KolosS, 2001. S. 134–148.
2. Bojko M. A., Kuznecov A. I. Potrebitel'skie i tekhnologicheskie svoystva shpika ubojnyh svinej s raznoj stressovoj chuvstvitel'nost'yu, vyrashchennyh v raznyh usloviyah // *Upravlenie kachestvom i konkurentosposobnost' potrebitel'skih tovarov*. Ekonomika APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Troick, 2012. S. 19–25.
3. Bojko M. A., Kuznecov A. I. Izmeneniya kachestva shpika ubojnyh svinej, imeyushchih raznuyu stressovuyu chuvstvitel'nost', pri dlitel'nom ego hranenii // *Upravlenie kachestvom i konkurentosposobnost' potrebitel'skih tovarov*. Ekonomika APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Troick, 2012. S. 25–37.
4. Bojko M. A., Kuznecov A. I. Tovarovednaya harakteristika myasa svininy, poluchenoj ot zhi-votnyh s raznoj stressovoj chuvstvitel'nost'yu, pri dlitel'nom hranenii // *Upravlenie kachestvom i konkurentosposobnost' potrebitel'skih tovarov*. Ekonomika APK : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Troick, 2012. S. 37–41.
5. Kabanov V. D., Zhirnov I. A., Plaksin B. A. Vliyanie skorosti rosta porosyat na myasnye kachestva // *Svinovodstvo*. 1970. № 3. S. 45–50.
6. Kuznecov A. I., Luzin V. N., Lukoshkina V. G. Osobennosti vyrashchivaniya nezrelyh porosyat // *Ural'skie Nivy*. 1989. № 3. S. 50.
7. Kuznecov A. I. Osobennosti razvitiya pometov fiziologicheskikh zrelyh i nezrelyh porosyat v pod-sosnyj period v usloviyah promyshlennoj tekhnologii // *Fiziologicheskie osobennosti svinej i problemy ih vyrashchivaniya v usloviyah promyshlennoj tekhnologii* : sb. nauch. tr. Kazan', 1986. S. 4–8.
8. Kuznecov A. I., Usova N. E., Sarzhan O. A. Osobennosti sozrevaniya kachestva myasa, poluchenogo ot svinej, rodivshihsy s raznoj stepen'yu fiziologicheskoy zrelosti // *Nauchnye trudy Ural'skoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny*. Troick, 2009. S. 39–45.
9. Rogozhin V. V. *Biohimiya myshc i myasa*. SPb. : GIOR, 2006. 240 s.
10. Usova N. E. Vliyanie skorosti rosta porosyat, rodivshihsy fiziologicheski nezrelymi, na ih otkor-mochnye i myasnye kachestva // *Global'nyj krizis i innovacionnoe razvitie ekonomicheskoy i social'noj sfer* : mater. region. nauch.-prakt. konf. (12.03.2010) / GOU VPO «RGU». CHelyabinsk, 2010. S. 239–242.



Kuznetsov Aleksandr Ivanovich, D. Sc. (Biology), Professor, Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Smolyakova Natalya Petrovna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@mail.ru.

Mizhevikina Anna Sergeyevna, Cand. Sc. (Veterinary), Associate Professor, South Ural State Agrarian University.

E-mail: phiziology_ugavm@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*



В редакцию журнала «АПК России»

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

(название статьи)

ФИО <i>(полностью)</i>	
Ученая степень	
Ученое звание <i>(при наличии)</i>	
Должность	
Место работы, учебы <i>(полное наименование организации)</i>	
Адрес места работы, учебы <i>(с указанием индекса)</i>	
Контактный телефон <i>(с указанием кода города)</i>	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала <i>(с указанием индекса)</i>	
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: 15.09.2021
Дата выхода в свет: 29.09.2021
Формат 60×84/8. Гарнитура Times
Усл. печ. л. 14,4. Тираж 300 экз.
Заказ № 86

Signed to print: 15.09.2021
Release date: 29.09.2021
Format 60×84/8. Times script
Conventional printed sheet 14,4
Circulation 300 copies
Order № 86

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