

ISSN (print) 1997-4868
e ISSN 2307-0005

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2020
№03 (194)

Сведения о редакционной коллегии

И. М. Донник (главный редактор), академик РАН, вице-президент РАН (Москва, Россия)
О. Г. Лоретт (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)
П. Сотони (заместитель главного редактора), доктор ветеринарных наук, профессор, академик Венгерской академии наук, академик Польской медицинской академии, ректор, Университет ветеринарной медицины Будапешта (Будапешт, Венгрия)

Члены редакционной коллегии

Н. В. Абрамов, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)
В. Д. Богданов, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)
В. Н. Большаков, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
О. А. Быкова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Б. А. Воронин, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Э. Д. Джавадов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Россия)
Л. И. Дроздова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
А. С. Донченко, академик РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Россия)
Н. Н. Зезин, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)
С. Б. Исмурастов, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)
В. В. Калашников, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)
А. Г. Кошаев, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)
В. С. Мырнин, ОАО «Уралплемцентр» (Екатеринбург, Россия)
А. Г. Нежданов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
М. С. Норов, Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемур (Душанбе, Таджикистан)
В. С. Паштенский, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, начальник Отдела РАН по взаимодействию с научными организациями Крыма и города федерального значения Севастополя, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (Ялта, Россия)
А. Г. Самоделкин, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, Россия)
А. А. Стекольников, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)
В. Г. Тюрин, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)
И. Г. Ушачев, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)
С. В. Шабунин, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
И. А. Шкуратова, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

Editorial board

Irina M. Donnik (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
Olga G. Loretts (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Péter Sótónyi (Deputy Chief Editor), doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector, University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

Editorial Team

Nikolay V. Abramov, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)
Vladimir D. Bogdanov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)
Vladimir N. Bolshakov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)
Olga A. Bykova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Boris A. Voronin, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Eduard D. Dzhabadov, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (Lomonosov, Russia)
Lyudmila I. Drozdova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Aleksandr S. Donchenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East (Novosibirsk, Russia)
Nikita N. Zezin, Ural Research Institute of Agriculture (Ekaterinburg, Russia)
Sabit B. Ismuratov, Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)
Valeriy V. Kalashnikov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, the All-Russian Research Institute for Horsebreeding (Ryazan, Russia)
Andrey G. Koshchayev, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)
Vladimir S. Mymrin, "Uralplemtsentr" (Ekaterinburg, Russia)
Anatoliy G. Nezhdanov, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Mastibek S. Norov, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)
Vladimir S. Pashtetskiy, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)
Yuriy V. Plugar, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, member of the Presidential Council for Science and Education, Head of the Department of the Russian Academy of Sciences for Cooperation with Scientific Organizations of Crimea and Sevastopol, The Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia
Aleksandr G. Samodelkin, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (Nizhny Novgorod, Russia)
Anatoliy A. Stekolnikov, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russia)
Vladimir G. Tyurin, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)
Ivan G. Ushachev, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)
Sergey V. Shabunin, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Irina A. Shkuratova, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

Нас индексируют / Indexed

ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
При Министерстве образования и науки
Российской Федерации



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



Содержание

Агротехнологии

- В. Н. Гореева, Р. Р. Галиев,
Е. В. Корепапова, И. Ш. Фатыхов* 2
Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки
почвы на урожайность и формирование
фотосинтетического аппарата сортов льна масличного
- С. М. Джибилов, Л. Р. Гулуева, Э. Д. Солдатов* 13
Способ улучшения горных агроландшафтов
- А. А. Конищев* 21
Прошлое и будущее обработки почвы
под зерновые культуры
- Ю. А. Кузыченко* 28
Зоны внедрения систем основной обработки почвы
под пропашные культуры в условиях
Центрального Предкавказья
- Е. В. Полухина, М. В. Власенко* 36
Эффективный метод управления продукционным
процессом винограда с использованием некорневого
питания в аридных условиях
Северо-Западного Прикаспия

Биология и биотехнологии

- М. Г. Апалеева* 45
The effectiveness of the acidifier
on the productivity of broiler chickens
- И. В. Брюхова, Н. Т. Климов,
Н. А. Хохлова, Ю. А. Чаплыгина* 49
Изучение влияния препарата «Прималакт»
на организм и молочную железу лактирующих коров
- Г. Н. Табаленкова, О. В. Дымова, Т. К. Головки* 57
Продуктивность и состав биомассы кукурузы
в условиях центрального агроклиматического района
Республики Коми
- М. Г. Терентьева, Н. В. Мардарьева* 66
Интенсивность изменений активности ферментов
в тканях толстого кишечника у поросят
в разные фазы постнатального онтогенеза
- А. З. Тулобаев* 76
Традиционные способы киргизского народа
по диагностике и лечению колик у лошадей

Экономика

- О. С. Карацук* 82
Бондовые склады: современная инфраструктура
торговли сельскохозяйственной продукцией
- В. М. Шаропова, И. А. Борисов, Н. В. Шаропова* 91
Testing the methodology for analyzing the impact of wages
on the reproduction of cadres in rural areas by the example
of urban districts of the Sverdlovsk region

Contents

Agrotechnologies

- V. N. Goreyeva, R. R. Galiyev,
E. V. Korepanova, I. S. Fatykhov* 2
Effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage
on yield and formation of the photosynthetic apparatus
of oil flax varieties
- S. M. Dzhibilov, L. R. Guluyeva, E. D. Soldatov* 13
Methods for improvement of mountain agricultural landscapes
- A. A. Konishchev* 21
Past and future for tillage for grain crops
- Yu. A. Kuzychenko* 28
Zones of introduction of main soil treatment systems
for row crops in the conditions
of the Central Pre-Caucasus
- E. V. Polukhina, M. V. Vlasenko* 36
An effective method for managing
the production process of grapes using
foliar nutrition in arid conditions
of the North-Western Caspian

Biology and biotechnologies

- M. G. Apaleyeva* 45
The effectiveness of the acidifier on the productivity
of broiler chickens
- I. V. Bryukhova, N. T. Klimov,
N. A. Khokhlova, Yu. A. Chaplygina* 49
Study of the effect of the drug "Primalact" on the organism
and mammary gland of lactating cows
- G. N. Tabalenkova, O. V. Dymova, T. K. Golovko* 57
Productivity and composition of maize biomass
in the central agroclimatic region
of the Komi Republic
- M. G. Terentyeva, N. V. Mardaryeva* 66
The intensity of changes in the activity of enzymes
in the tissues of the colon in piglets in different phases
of postnatal ontogenesis
- A. Z. Tulobaev* 76
Traditional methods of the Kyrgyz people
for the diagnosis and treatment of horse colic

Economy

- O. S. Karashchuk* 82
Bonded warehouses: modern infrastructure
for trading agricultural products
- V. M. Sharapova, I. A. Borisov, N. V. Sharapova* 91
Testing the methodology for analyzing the impact of wages
on the reproduction of cadres in rural areas by the example
of urban districts of the Sverdlovsk region

Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного

В. Н. Гореева¹, Р. Р. Галиев¹, Е. В. Корепанова¹, И. Ш. Фатыхов¹

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

✉ E-mail: goreeva_v_n@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – выявить влияние гербицида Зеро, внесенного после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы на продуктивность, фотосинтетическую деятельность растений льна масличного сортов ВНИИМК 620 и Северный. **Методы исследований.** Исследования по поставленным задачам проводились в 2016–2018 гг. на опытном участке АО «Учхоз Июльское Ижевская ГСХА» по общепринятым методикам. Предшествующей культурой для льна масличного в севообороте было озимое тритикале. Опыты закладывались на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. **Результаты.** Выявлено, что гербицид сплошного действия Зеро, внесенный после уборки предшественника, способствовал возрастанию урожайности семян на 0,6 ц/га, или на 7,0 %, относительно урожайности в вариантах без гербицида. Зяблевая обработка почвы КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 обеспечила прибавку урожайности семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный соответственно на 1,8–3,2 ц/га, или 23,1–41,0 %, относительно аналогичного показателя в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 (10,8–11,3 ц/га) и Северный (10,3–11,3 ц/га) при безотвальной зяблевой обработке почвы КН-4 не уступала урожайности семян (10,7–10,9 ц/га и 10,9–11,3 ц/га соответственно) в варианте с отвальной обработкой ПЛН-4-35. Мелкая обработка почвы БДТ-3 снизила урожайность семян на 1,4–1,6 ц/га (13–15 %) у сорта ВНИИМК 620 и на 1,4–1,8 ц/га (12–16 %) у сорта Северный в сравнении с урожайностью в вариантах с КН-4 или ПЛН-4-35. Обработка стерни предшественника гербицидом сплошного действия Зеро способствовала повышению на 0,7 тыс. м²/га площади листьев сортов льна масличного в фазе цветения, фотосинтетического потенциала (ФП) на 41 тыс. м²×сут/га за вегетацию относительно аналогичных показателей в вариантах без гербицида. Наибольший ФП за вегетационный период растений сортов льна масличного сформировали в вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4 и ПЛН-4-35, который существенно превышал аналогичный показатель на 97–375 тыс. м²×сут/га у сорта ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м²×сут/га у сорта Северный в контрольном варианте. **Научная новизна.** В условиях Среднего Предуралья впервые выявлены эффективные приемы зяблевой обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в технологии возделывания сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный. Установлено влияние гербицида Зеро, приемов отвальной, безотвальной, мелкой зяблевой обработки почвы на урожайность и фотосинтетическую деятельность растений сортов льна масличного.

Ключевые слова: лен масличный, сорт, Северный, ВНИИМК 620, зяблевая обработка почвы, гербицид Зеро, урожайность, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Для цитирования: Гореева В. Н., Галиев Р. Р., Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 2–12. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-2-12.

Дата поступления статьи: 01.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Важнейший агротехнический прием в технологии возделывания льна масличного – основная обработка почвы [6, с. 140]. Она должна быть направлена на накопление влаги, создание оптимальных для данной культуры агрофизических и агрохимических свойств почвы, увеличение биологической активности, уничтожение сорной растительности, предупреждение эрозионных процессов [3, с. 257; 12, с. 13; 15, с. 73].

К настоящему времени имеются научные публикации по вопросам основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в разных почвенно-климатических

условиях. В условиях Ростовской области при выращивании льна масличного А. П. Авдеев и В. В. Черненко [1, с. 8] рекомендуют проводить отвальную обработку черноземной почвы, которая способствует снижению засоренности посевов, повышению оптимизации условий роста и развития растений, урожайности семян льна до 13,1 ц/га. В регионе Евро-Северо-Востока в зернотравяных севооборотах с сидеральным паром и промежуточным сидератом Б. П. Мальцев [7, с. 51] лучшей системой обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы считал безотвально-отвальную с мульчированием соломой.

В Среднем Предуралье изучены приемы зяблевой обработки почвы при возделывании овса, рапса ярового и льна-долгунца. В. Г. Колесниковой и И. Ш. Фатыховым [4, с. 138] было установлено, что применение культиватора КН-4,0 для зяблевой обработки почвы под овес позволяет уменьшить энергозатраты на 611 МДж/га, снизить расход энергии на получение 1 кг продукции до 6,54 МДж и обеспечить наиболее высокий 2,47 коэффициент энергетической эффективности в сравнении с аналогичными показателями при отвальной вспашке. В технологии возделывания ярового рапса на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение гербицида Зеро после уборки ярового зернового предшественника не оказывало влияния на сбор сухого вещества, а отвальная ПЛН-3-35 или безотвальная КН-4 зяблевые обработки почвы способствовали повышению данного показателя [2, с. 33]. Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 в технологии возделывания льна-долгунца Восход по продуктивности не уступала общепринятой отвальной обработке почвы ПЛН-4-35. Применение КН-4 в основной обработке почвы под лен-долгунец позволяло выполнить за один проход рыхление и послойное крошение почвы на глубину до 18 см, подрезание сорной растительности [5, с. 105]. Н. А. Пегова и В. М. Холзаков [9, с. 36] в систему основной обработки дерново-подзолистой почвы рекомендовали включать вспашку дернины клевера на 17 см, безотвальные обработки на разную глубину (от 12 до 20 см) в пару, в т. ч. для заделки навоза и сидерата, безотвальные обработки до 20 см после озимой ржи, мелкую – до 12 см под последнюю культуру севооборота, нулевую под пар, что обеспечивало продуктивность пашни 2,59 т/га зерновых единиц, коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) – 2,92, что на уровне отвальной системы с таким же количеством биоресурсов (2,70 т/га, КЭЭ = 2,93). Минимальная обработка дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в исследованиях В. А. Николаева [8, с. 18] повышала пористость аэрации корнеобитаемого слоя, снижала плотность сложения и улучшала водопроницаемость почвы, при этом урожайность ячменя возрастала на 24,5 %.

Многочисленные исследования по изучению приемов обработки почвы проведены и зарубежными учеными [13–18]. В Норвегии уменьшенная обработка почвы по сравнению с отвальной вспашкой дала незначительную разницу в урожайности яровых зерновых культур на суглинистой почве, в то время как на глинистой почве она была выше, а на иловой – хуже. Ученые утверждают, что мелкая весенняя вспашка является хорошей альтернативой осенней вспашке, поскольку она дала сопоставимые урожаи, улучшала защиту от эрозии и была почти столь же эффективна против сорняков [16, с. 93]. На экспериментальной станции в Польше при использовании глифосат-содержащего препарата в системе основной обработки почвы под яровую твердую пшеницу выявлено повышение урожайности и накопления фосфора, калия, магния и меди в зерне твердой пшеницы по сравнению с аналогичными показателями при обычной вспашке и двойной культивации без использования гербицида [18, с. 817].

В каждом случае предусматривается использование тех или иных систем машин и сельскохозяйственных орудий,

определенное сочетание и последовательность выполнения технологических операций в конкретных почвенно-климатических условиях и на определенной культуре [10, с. 15]. Для льна масличного в Среднем Предуралье изучены приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы [11, с. 13]. Однако эффективные приемы зяблевой обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в технологии возделывания льна масличного не разработаны.

Цель исследований – выявить влияние абиотических условий, гербицида Зеро, внесенного после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы на урожайность, фотосинтетическую деятельность растений сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный.

Задачи исследований:

- определить урожайность семян сортов льна масличного в разных абиотических условиях при применении гербицида Зеро после уборки предшественника и разных приемов зяблевой обработки почвы;
- научно обосновать урожайность семян сортов льна масличного показателями фотосинтетической деятельности.

Методология и методы исследования (Methods)

Объект исследований – лен масличный сортов ВНИИМК 620 и Северный. Опыты закладывали в течение трех лет (2016–2018 гг.) на опытном поле АО «Учхоз Июльское Ижевская ГСХА». Предшественником в опытах было озимое тритикале. Трехфакторный полевой опыт ставили по следующей схеме: Фактор А – сорт: ВНИИМК 620 (контроль) и Северный; фактор В – гербицид Зеро после уборки предшественника: без гербицида и опрыскивание Зеро, ВР (360 г/л) – 4 л/га; фактор С – зяблевая обработка почвы: без обработки (к); без обработки – прямой посев; безотвальная обработка КН-4 на глубину 14–16 см; отвальная обработка ПЛН-4-35 (на глубину пахотного слоя); мелкая обработка БДТ-3 на глубину 10–12 см. За контроль вариантов приемов зяблевой обработки почвы брали вариант без зяблевой обработки. Прием обработки почвы, согласно ГОСТ 16265-89, это однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций.

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, пахотный слой которой имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса (1,6–2,7 %) – от низкого до повышенного; содержание подвижного фосфора (187–240 мг/кг почвы) – от среднего до высокого, обменного калия (110–189 мг/кг почвы) – от низкого до высокого. Обменная кислотность ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,5 \dots 6,3$) – слабокислая и близкая к нейтральной. Вегетационные периоды в годы проведения исследований различались по метеорологическим условиям. Влагообеспеченность вегетационного периода 2016 г. была относительно недостаточной при ГТК = 0,54...0,73. Период вегетации сортов льна масличного в 2017 г. характеризовался избыточным увлажнением при ГТК = 2,36 ... 2,43, а в 2018 г. был приближен к оптимальной влагообеспеченности при ГТК = 0,95 ... 0,96.

Результаты (Results)

Во все годы исследований, а также в среднем за три года изучаемые сорта существенно не отличались по урожайности семян. Наибольшее влияние на урожайность семян оказали приемы зяблевой обработки почвы, доля влияния данного фактора в 2016 г. составила 70 %, в 2017 г. – 77 %, в 2018 г. – 82 %. В среднем за 2016–2018 гг. исследований наибольшая доля влияния на урожайность семян установлена от зяблевой обработки почвы. Доля влияния данного фактора на изменение урожайности семян льна масличного сорта ВНИИМК 620 составила 71,1 %, сорта Северный – 72,2 % (таблица 1).

В абиотических условиях 2016 г. независимо от сорта и зяблевой обработки почвы сорта льна масличного положительно отреагировали на опрыскивание гербицидом сплошного действия Зеро после уборки предшественника, увеличив на 1,1 ц/га урожайность семян, относительно урожайности в вариантах без применения гербицида (НСР₀₅ главных эффектов В – 1,0 ц/га). Варьирование урожайности семян от данного фактора зависело на 3 % (таблица 2).

Среди приемов зяблевой обработки почвы урожайность семян в вариантах с безотвальной (КН-4), отвальной (ПЛН-4-35) и мелкой обработками почвы (БДТ-3) была выше на 2,3–7,4 ц/га, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки почвы при НСР₀₅ главных эффектов С – 1,3 ц/га. Безотвальная зяблевая обработка почвы под лен масличный культиватором КН-4 и отвальная плугом ПЛН-4-35 без опрыскивания гербицидом Зеро перед другими исследуемыми вариантами обработки почвы имели преимущество по урожайности семян у сорта ВНИИМК 620 на 3,2–8,0 ц/га, у сорта Северный – на 2,1–7,0 ц/га за исключением урожайности в варианте с мелкой обработкой БДТ-3 (НСР₀₅ частных различий С – 2,6 ц/га). На фоне опрыскивания гербицидом Зеро с последующей обработкой почвы КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 урожайность была выше на 3,0–7,3 ц/га у сорта ВНИИМК 620 и на

3,1–7,5 ц/га у сорта Северный, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян льна масличного ВНИИМК 620 и Северный в вариантах с применением разных почвообрабатывающих орудий (КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3) на фоне опрыскивания гербицидом Зеро была на одном уровне. Однако вариант с зяблевой обработкой БДТ-3 без применения гербицида Зеро после уборки предшественника уступал по урожайности семян на 3,2–3,3 ц/га вариантам с зяблевой обработкой КН-4 и ПЛН-4-35 у сорта ВНИИМК 620 и на 2,7 ц/га – варианту с обработкой ПЛН-4-35 у сорта Северный.

В условиях 2017 г. между вариантами с применением гербицида Зеро после уборки предшественника существенной разницы по урожайности семян не выявлено (таблица 2). Зяблевая обработка почвы почвообрабатывающими орудиями КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 увеличила урожайность семян на 2,4–6,3 ц/га к урожайности в вариантах без ее применения (НСР₀₅ главных эффектов С – 1,1 ц/га). Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 и отвальная ПЛН-4-35 имели преимущество на 2,4–6,3 ц/га по урожайности семян у сорта ВНИИМК 620, на 2,3–6,9 ц/га у сорта Северный перед другими вариантами обработки почвы (НСР₀₅ частных различий С – 2,2 ц/га).

В вариантах с осенним опрыскиванием стерни предшественника гербицидом Зеро в абиотических условиях 2018 г. независимо от сорта и зяблевой обработки почвы урожайность семян была выше на 1,0 ц/га (12,0 %) при НСР₀₅ главных эффектов В – 0,3 ц/га (таблица 2). Доля влияния данного фактора на урожайность семян льна масличного составила 5 %.

Зяблевая обработка почвы разными почвообрабатывающими орудиями способствовала повышению на 0,6–5,6 ц/га урожайности семян в сравнении с урожайностью в вариантах без зяблевой обработки почвы при НСР₀₅ главных эффектов С – 0,6 ц/га. Среди вариантов с зяблевой обработкой почвы вариант с прямым посевом значительно уступал на 3,7–5,6 ц/га по урожайности семян контрольно-

Таблица 1
Доля влияния технологических приемов и условий вегетации (год)
на урожайность семян льна масличного ВНИИМК 620 и Северный, % (2016–2018 гг.)

Факторы	Сорт	
	ВНИИМК 620	Северный
А – гербицид после уборки предшественника	1,0	1,8
В – зяблевая обработка почвы	71,1*	72,2*
С – абиотические условия вегетации (год)	1,1	0,6
Взаимодействие (ABC)	5,3	4,6
Случайные факторы	21,5	20,8

Примечание: * достоверно на уровне вероятности 95 %.

Table 1
The share of the influence of technological methods and vegetation conditions (year)
on the yield of flaxseed oil seeds VNIIMK 620 and Severnyy, % (2016–2018)

Factors	Variety	
	VNIIMK 620	Severnyy
A – herbicide after harvesting the predecessor	1.0	1.8
B – autumn tillage	71.1*	72.2*
C – abiotic vegetation conditions (year)	1.1	0.6
Interaction (ABC)	5.3	4.6
Random factors	21.5	20.8

Note: * significantly at 95 % probability level.

Таблица 2

Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность семян сортов льна масличного, ц/га (2016, 2017, 2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки пред- шественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А	
		Без обра- ботки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН- 4-35	БДТ-3			
2016 г.									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	6,8	3,9	11,9	11,8	8,6	8,5	9,1	
	Зеро, ВР	8,0	4,7	11,9	12,0	11,0	9,6		
Северный	Без гербицида (к)	7,1	4,3	10,7	11,3	8,6		9,0	
	Зеро, ВР	7,5	5,3	12,8	12,1	10,6			
Среднее С		7,4	4,5	11,9	11,8	9,7			
2017 г.									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	7,3	4,2	10,2	10,5	9,8	8,5	8,4	
	Зеро, ВР	7,4	4,4	10,6	9,8	9,7	8,4		
Северный	Без гербицида (к)	7,3	4,3	10,4	11,2	10,2		8,6	
	Зеро, ВР	7,7	4,2	10,0	10,8	9,7			
Среднее С		7,4	4,3	10,3	10,6	9,8			
2018 г.									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	9,0	4,1	10,4	9,9	9,5	8,3	9,0	
	Зеро, ВР	9,1	6,1	11,3	10,9	9,5	9,3		
Северный	Без гербицида (к)	7,8	3,8	9,8	10,2	8,7		8,6	
	Зеро, ВР	8,9	5,9	11,0	11,0	9,3			
Среднее С		8,7	5,0	10,6	10,5	9,3			
НСР ₀₅	2016 г.			2017 г.			2018 г.		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Частных различий	F _φ < F ₀₅	3,2	2,6	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅	2,2	F _φ < F ₀₅	1,0	1,2
Главных эффектов		1,1	1,3			1,1		0,3	0,6

Table 2

The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (2016, 2017, 2018)

Variety (A)	Herbicide after harvesting the predecessor (B)		Autumn tillage (C)					Average B	Average A	
			Without treatment (c)	Direct sowing	KN-4	PLN-4- 35	BDT-3			
2016										
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		6.8	3.9	11.9	11.8	8.6	8,5	9.1	
	Zero, OS		8.0	4.7	11.9	12.0	11.0	9,6		
Severnnyy	Without herbicide (c)		7.1	4.3	10.7	11.3	8.6	9.0		
	Zero, OS		7.5	5.3	12.8	12.1	10.6			
Average C			7.4	4.5	11.9	11.8	9.7			
2017										
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		7.3	4.2	10.2	10.5	9.8	8,5	8.4	
	Zero, OS		7.4	4.4	10.6	9.8	9.7	8,4		
Severnnyy	Without herbicide (c)		7.3	4.3	10.4	11.2	10.2	8.6		
	Zero, OS		7.7	4.2	10.0	10.8	9.7			
Average C			7.4	4.3	10.3	10.6	9.8			
2018										
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		9.0	4.1	10.4	9.9	9.5	8.3	9.0	
	Zero, OS		9.1	6.1	11.3	10.9	9.5	9.3		
Severnnyy	Without herbicide (c)		7.8	3.8	9.8	10.2	8.7	8.6		
	Zero, OS		8.9	5.9	11.0	11.0	9.3			
Average C			8.7	5.0	10.6	10.5	9.3			
SSD ₀₅	2016			2017			2018			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Private differences	F _f < F ₀₅	3.2	2.6	F _f < F ₀₅	F _f < F ₀₅	2.2	F _f < F ₀₅	1.0	1.2	
Major effects		1.1	1.3			1.1		0.3	0.6	

Таблица 3
Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы
на урожайность семян сортов льна масличного, ц/га (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		Без обработ-ки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	7,7	4,1	10,8	10,7	9,3	8,5	8,8
	Зеро, ВР	8,2	5,1	11,3	10,9	10,0	9,1	
Северный	Без гербицида (к)	7,4	4,1	10,3	10,9	9,1		8,7
	Зеро, ВР	8,0	5,1	11,3	11,3	9,9		
Среднее С		7,8	4,6	10,9	11,0	9,6		
НСР ₀₅		А			В		С	
Частных различий		$F_{\phi} < F_{05}$			1,4		1,2	
Главных эффектов					0,4		0,6	

Table 3
The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage
on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (average 2016–2018)

Variety (A)	Herbicide after harvest- ing the predecessor (B)	Autumn tillage (C)					Average B	Average A
		Without treatment (c)	Direct sowing	KN-4	PLN-4- 35	BDT-3		
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)	7.7	4.1	10.8	10.7	9.3	8.5	8.8
	Zero, OS	8.2	5.1	11.3	10.9	10.0	9.1	
Severnyy	Without herbicide (c)	7.4	4.1	10.3	10.9	9.1		8.7
	Zero, OS	8.0	5.1	11.3	11.3	9.9		
Average C			4.6	10.9	11.0	9.6		
SSD ₀₅		A			B		C	
Private differences		$F_f < F_{05}$			1.4		1.2	
Major effects					0.4		0.6	

му варианту без основной обработки почвы, и вариантам с применением КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3. В вариантах с КН-4 и ПЛН-4-35 независимо от сорта и гербицида Зеро урожайность семян на 1,2–1,9 ц/га была выше урожайности в контрольном варианте и в варианте с мелкой обработкой почвы БДТ-3.

На фоне опрыскивания стерни предшественника гербицидом Зеро и с последующей обработкой почвы КН-4 или ПЛН-4-35 урожайность была выше на 1,8–5,2 ц/га у сорта ВНИИМК 620 и на 2,1–5,1 ц/га у сорта Северный, чем урожайность в вариантах без зяблевой обработки (НСР₀₅ частных различий С – 1,2 ц/га). По урожайности семян у сорта льна масличного ВНИИМК 620 между вариантами с КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 без гербицида Зеро разницы не установлено. Однако вариант с зяблевой обработкой БДТ-3 на фоне гербицида уступал по урожайности семян на 1,4–1,8 ц/га вариантам с зяблевой обработкой КН-4 и ПЛН-4-35 у сорта ВНИИМК 620 и на 1,7 ц/га – варианту с обработкой ПЛН-4-35 у сорта Северный. Прямой посев как на фоне гербицида Зеро, так и без гербицида обусловил снижение соответственно на 4,0–4,9 ц/га (51–54 %) и на 3,0 ц/га (33–34 %) урожайности семян у сорта ВНИИМК 620 и Северный, относительно урожайности в варианте без зяблевой обработки почвы.

В среднем за три года исследований при осенней обработке стерни предшественника гербицидом Зеро сформировалась урожайность семян на 0,6 ц/га (7,0 %) выше, чем в варианте без гербицида при НСР₀₅ главных эффектов В–0,4 ц/га (таблица 3).

Зяблевая обработка почвы под сорта льна масличного разными почвообрабатывающими орудиями способствовала повышению урожайности семян на 1,8–3,2 ц/га, или на 23,1–41,0 %, в сравнении с урожайностью в варианте без зяблевой обработки при НСР₀₅ главных эффектов С – 0,6 ц/га. Вариант с прямым посевом значительно уступал на 3,2 ц/га (41 %) по урожайности семян контрольному варианту без зяблевой обработки почвы и на 5,0–6,4 ц/га (52–58 %) вариантам с применением КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3. Среди приемов зяблевой обработки почвы наибольшую урожайность семян обеспечила безотвальная обработка КН-4 (10,9 ц/га) и отвальная ПЛН-4-35 (11,0 ц/га) независимо от сорта и гербицида Зеро. Мелкая обработка почвы БДТ-3 существенно снизила урожайность на 1,3–1,4 ц/га (12–13 %) по сравнению с урожайностью в вариантах с обработкой КН-4 или ПЛН-4-35 (НСР₀₅ главных эффектов С – 0,6 ц/га).

Таблица 4

Площадь листьев растений по фазам вегетации сортов льна масличного при применении гербицида Зеро и разных приемах зяблевой обработки почвы, тыс. м²/га (среднее за 2017–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)		Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
			Без обработки (к)	Прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
«Елочка»									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)		3,9	2,5	6,3	6,4	5,0	4,9	5,1
	Зеро, ВР		4,5	3,2	7,0	7,0	5,4	5,4	
Северный	Без гербицида (к)		4,0	2,7	6,7	6,5	5,4		5,2
	Зеро, ВР		4,4	3,3	6,8	6,8	5,8		
Среднее С			4,2	2,9	6,7	6,7	5,4		
Цветение									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)		9,6	5,1	13,3	12,9	11,6	10,5	10,9
	Зеро, ВР		9,8	6,4	14,3	14,0	12,3	11,2	
Северный	Без гербицида (к)		9,2	5,2	13,2	12,9	11,7		10,8
	Зеро, ВР		9,4	6,2	13,7	14,5	11,9		
Среднее С			9,5	5,7	13,6	13,6	11,9		
Желтая спелость									
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)		2,4	1,3	3,8	3,9	2,8	2,8	3,5
	Зеро, ВР		2,5	1,7	4,1	4,1	3,2	3,1	
Северный	Без гербицида (к)		2,4	1,3	3,8	3,9	2,9		3,4
	Зеро, ВР		2,4	1,7	3,9	4,0	3,1		
Среднее С			2,4	1,5	3,9	4,0	3,0		
НСР ₀₅	«Елочка»			Цветение			Желтая спелость		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
Частных различий	F _φ < F ₀₅	0,9	0,8	F _φ < F ₀₅	1,2	1,2	F _φ < F ₀₅	0,5	0,4
Главных эффектов		0,3	0,4		0,4	0,6		0,2	0,2

Table 4

The effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on the yield of seeds of oil flax varieties, c/ha (average 2016–2018)

Variety (A)	Herbicide after harvesting the pre- decessor (B)		Autumn tillage (C)					Average B	Average A
			Without treatment (c)	Direct sowing	KN-4	PLN-4-35	BDT-3		
“Herringbone”									
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		3.9	2.5	6.3	6.4	5.0	4.9	5.1
	Zero, OS		4.5	3.2	7.0	7.0	5.4	5.4	
Severnnyy	Without herbicide (c)		4.0	2.7	6.7	6.5	5.4		5.2
	Zero, OS		4.4	3.3	6.8	6.8	5.8		
Average C				2.9	6.7	6.7	5.4		
Bloom									
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		9.6	5.1	13.3	12.9	11.6	10.5	10.9
	Zero, OS		9.8	6.4	14.3	14.0	12.3	11.2	
Severnnyy	Without herbicide (c)		9.2	5.2	13.2	12.9	11.7		10.8
	Zero, OS		9.4	6.2	13.7	14.5	11.9		
Average C				5.7	13.6	13.6	11.9		
Yellow ripeness									
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)		2.4	1.3	3.8	3.9	2.8	2.8	3.5
	Zero, OS		2.5	1.7	4.1	4.1	3.2	3.1	
Severnnyy	Without herbicide (c)		2.4	1.3	3.8	3.9	2.9		3.4
	Zero, OS		2.4	1.7	3.9	4.0	3.1		
Average C				1.5	3.9	4.0	3.0		
SSD ₀₅	“Herringbone”			Bloom			Yellow ripeness		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Private differences	F _f < F ₀₅	0.9	0.8	F _f < F ₀₅	1.2	1.2	F _f < F ₀₅	0.5	0.4
Major effects		0.3	0.4		0.4	0.6		0.2	0.2

Таблица 5

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза при применении гербицида Зеро и разных приемах зяблевой обработки почвы (среднее 2017–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Сред- нее В	Сред- нее А
		Без обработки (к)	Пря- мой по- сев	КН-4	ПЛН-4- 35	БДТ-3		
ФП, тыс. м²×сут/га								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	419	242	617	610	513	483	504
	Зеро, ВР	445	305	671	663	550	524	
Северный	Без гербицида (к)	410	249	626	615	531		504
	Зеро, ВР	429	299	652	672	554		
Среднее С		426	274	641	640	537		
ЧПФ, г/м² в сутки								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	6,7	6,3	7,4	7,5	6,9	7,0	6,9
	Зеро, ВР	6,7	6,2	7,5	7,2	6,7	6,9	
Северный	Без гербицида (к)	6,7	6,4	7,5	7,6	6,7		7,0
	Зеро, ВР	6,8	6,1	7,8	7,6	6,7		
Среднее С		6,7	6,2	7,5	7,5	6,7		
НСР ₀₅		ФП			ЧПФ			
		А	В	С	А	В	С	
Частных различий		F _φ < F ₀₅	54	35	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅		0,5
Главных эффектов			17	18				0,3

Table 5

Photosynthetic potential and net photosynthesis productivity when applying Zero herbicide and different methods of autumn tillage (average 2017–2018)

Variety (A)	Herbicide after harvesting the predecessor (B)	Autumn tillage (C)					Average B	Average A
		Without treatment (c)	Direct sowing	KN-4	PLN-4-35	BDT-3		
PP, thousand m ² ×day/ha								
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)	419	242	617	610	513	483	504
	Zero, OS	445	305	671	663	550	524	
Severnnyy	Without herbicide (c)	410	249	626	615	531		504
	Zero, OS	429	299	652	672	554		
Average C			274	641	640	537		
NPP, g/m ² per day								
VNIIMK 620 (c)	Without herbicide (c)	6,7	6,3	7,4	7,5	6,9	7,0	6,9
	Zero, OS	6,7	6,2	7,5	7,2	6,7	6,9	
Severnnyy	Without herbicide (c)	6,7	6,4	7,5	7,6	6,7		7,0
	Zero, OS	6,8	6,1	7,8	7,6	6,7		
Average C			6,2	7,5	7,5	6,7		
SSD ₀₅		PP			NPP			
		A	B	C	A	B		C
Private differences		F _f < F ₀₅	54	35	F _f < F ₀₅	F _f < F ₀₅		0,5
Major effects			17	18				0,3

За 2017–2018 гг. исследований наибольшую площадь листьев 10,8–10,9 тыс. м²/га растений сортов льна масличного сформировали в фазе цветения (таблица 4). Площадь листьев у сортов льна масличного не имела существенной разницы. В варианте с гербицидом Зеро площадь листовой поверхности у растений льна масличного была больше на 0,5 тыс. м²/га в фазе «елочка», на 0,7 тыс. м²/га в фазе цветения, на 0,3 тыс. м²/га в фазе желтой спелости, чем площадь листьев у растений в варианте без гербицида (НСР₀₅ главных эффектов В – 0,3 тыс. м²/га, 0,4 тыс. м²/га, 0,2 тыс. м²/га соответственно).

В вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 площадь листьев у растений сортов льна масличного во все фазы вегетации была выше на 1,2–2,5 тыс. м²/га в фазе «елочка», на 2,4–4,1 тыс. м²/га – в фазе цветения, на 0,6–1,6 тыс. м²/га – в фазе ранней желтой спелости, в сравнении с площадью листьев у растений в контрольном варианте без зяби (НСР₀₅ главных эффектов С – 0,4 тыс. м²/га, 0,6 тыс. м²/га, 0,2 тыс. м²/га соответственно).

Площадь листьев в фазе цветения в вариантах с прямым посевом у сорта ВНИИМК 620 уступала на 5,9–7,9 тыс. м²/га на фоне применения гербицида Зеро и на 6,5–8,2 тыс. м²/га без гербицида Зеро к аналогичному показателю в вариантах с зяблевой обработкой почвы (НСР₀₅ частных различий С – 1,2 тыс. м²/га). У сорта Северный меньшую на 6,5–8,3 тыс. м²/га площадь листьев в фазе цветения отмечали в вариантах с прямым посевом на фоне с гербицидом Зеро и на 6,5–8,0 тыс. м²/га в вариантах с прямым посевом без гербицида, относительно площади листьев в вариантах с зяблевой обработкой почвы. Аналогичная закономерность изменения урожайности семян у сортов льна масличного была получена по перечисленным вариантам опыта.

Независимо от сорта и зяблевой обработки почвы гербицид Зеро способствовал увеличению на 41 тыс. м²×сут/га фотосинтетического потенциала (ФП) за вегетацию относительно данного показателя в вариантах без его применения при НСР₀₅ главных эффектов В – 17 тыс. м²×сут/га (таблица 7). ФП в вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4 или ПЛН-4-35 на фоне гербицида и без гербицида, существенно превышал на 97–375 тыс. м²×сут/га ФП у льна масличного ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м²×сут/га у

сорта Северный, чем ФП в других исследуемых вариантах с зяблевой обработкой почвы (НСР₀₅ частных различий С – 35 тыс. м²×сут/га).

Существенной разницы по чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) между вариантами с изучаемыми сортами и с гербицидом Зеро не наблюдали (таблица 5).

Зяблевая обработка почвы КН-4 или ПЛН-4-35 способствовала увеличению на 0,8 г/м² в сутки ЧПФ, по сравнению с данным показателем в вариантах без зяблевой обработки почвы (НСР₀₅ главных эффектов С – 0,4 г/м² в сутки).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, обработка стерни предшественника гербицидом сплошного действия Зеро способствовала в среднем за 2016–2018 гг. возрастанию урожайности семян на 0,6 ц/га, или на 7,0 %, относительно урожайности в вариантах без гербицида. В вариантах с применением КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 наблюдали прибавку 1,8–3,2 ц/га или 23,1–41,0 % урожайности семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный относительно аналогичного показателя в вариантах без зяблевой обработки почвы. Урожайность семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 (10,8–11,3 ц/га) и Северный (10,3–11,3 ц/га) в вариантах с безотвальной зяблевой обработке почвы КН-4 существенно не различалась с урожайностью семян (10,7–10,9 ц/га и 10,9–11,3 ц/га соответственно) в вариантах с отвальной обработкой ПЛН-4-35. Мелкая обработка почвы БДТ-3 снижала урожайность семян на 1,4–1,6 ц/га (13–15 %) у сорта ВНИИМК 620 и на 1,4–1,8 ц/га (12–16 %) – у сорта Северный в сравнении с урожайностью в вариантах с обработкой КН-4 или ПЛН-4-35. В вариантах с использованием гербицида Зеро после уборки предшественника увеличивались на 0,7 тыс. м²/га площадь листьев в фазе цветения растений сортов льна масличного и на 41 тыс. м²×сут/га фотосинтетический потенциал за вегетацию, относительно аналогичных показателей в вариантах без гербицида. При зяблевой обработке почвы КН-4 или ПЛН-4-35 сформировался наибольший ФП за вегетационный период существенно превышающий аналогичный показатель на 97–375 тыс. м²×сут/га у сорта ВНИИМК 620 и на 84–423 тыс. м²×сут/га у сорта Северный в контрольном варианте.

Библиографический список

1. Авдеев А. П., Черненко В. В. Продуктивность масличных культур в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1-3 (43). С. 8–10. DOI: 10.18454/IRJ.2016.43.055.
2. Вафина Э. Ф., Медведев В. В. Влияние применения гербицида и зяблевой обработки почвы на сбор сухого вещества рапсом // Актуальные вопросы кормопроизводства: состояние, проблемы, пути решения: сборник научных трудов Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны. Самара, 2019. С. 30–34.
3. Ивенин А. В., Саков А. П. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность гороха в Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 3. С. 256–264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264.
4. Колесникова В. Г., Фатыхов И. Ш. Эффективность приемов зяблевой обработки почвы в технологии возделывания овса // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова. Ижевск, 2017. С. 138–141.

5. Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Современные технологические приемы возделывания сортов льна-долгунца в Среднем Предуралье // Сберегающее (биологическое) земледелие в современном сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции. Уфа, 2014. С. 105–107.
6. Лукомец В. М., Тильба В. А., Бочкарев Н. И. [и др.] Инновационные технологии возделывания масличных культур / Под общ. ред. академика РАН В. М. Лукомца. Краснодар, 2017. 256 с.
7. Мальцев Б. П. Системы обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы в севооборотах адаптивно-ландшафтного земледелия // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005. № 7. С. 51–60.
8. Николаев В. А., Мазиров М. А., Зинченко С. И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. № 5. С. 18–20.
9. Пегова Н. А., Холзаков В. М. Ресурсосберегающая система обработки дерново-подзолистой почвы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 35–40.
10. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 52 с.
11. Печников Д. Н., Гореева В. Н., Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 3. С. 12–15.
12. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.
13. Dekemati I., Simon B., Vinogradov S. [et. al.]. The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary // Soil & tillage research. 2019. T. 194. 104334. DOI: 10.1016/j.still.2019.104334.
14. Golebiowska H., Plaskowska E., Weber R. [et al.]. The effect of soil tillage and herbicide treatments on the incidence of *Fusarium* fungi genus in the grain of rye // Plant soil and environment. 2016. T. 62. Vol. 10. Pp. 435–440. DOI: 10.17221/647/2015-PSE.
15. Pudielko K., Mankowski J., Kolodziej J. Cultivation of Fiber and Oil Flax (*Linum usitatissimum* L.) in No-Tillage and Conventional Systems. Part II. Influence of No-Tillage and Use of Herbicides on Yield and Weed Infestation of Oil Flax and the Physical and Biological Properties of the Soil // Journal of natural fibers. 2015. T. 12. Vol. 1. Pp. 72–83. DOI: 10.1080/15440478.2014.897669.
16. Seehusen T., Hofgaard I. S.; Torresen K. S. [et al.]. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway // Acta agriculturae scandinavica section b-soil and plant science. 2017. T. 67 Vol. 2. Pp. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.
17. Wozniak A., Rachon L. Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds // Archives of agronomy and soil science. 2019. T. 65. Vol. 7. Pp. 877–885. DOI: 10.1080/03650340.2018.1533956.
18. Wozniak A., Stepniowska A. Yield and quality of durum wheat grain in different tillage systems // Journal of elementology. 2017. T. 22. Vol. 3. Pp. 817–829. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.4.1304.

Об авторах:

Вера Николаевна Гореева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства, ORCID 0000-0003-3115-7695, AuthorID 672548; +7 904 276-30-55, goreeva_v_n@mail.ru

Рамис Ракипович Галиев¹, аспирант, ORCID 0000-0003-0147-5959, AuthorID 956114; +7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru

Елена Витальевна Корепанова¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры растениеводства, ORCID 0000-0002-7989-9455, AuthorID 541315; +7 912 761-10-37, nir210@mail.ru

Ильдус Шамилович Фатыхов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства, ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; +7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru

¹ Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

Effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on yield and formation of the photosynthetic apparatus of oil flax varieties

V. N. Goreyeva¹✉, R. R. Galiyev¹, E. V. Korepanova¹, I. S. Fatykhov¹

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

✉E-mail: goreeva_v_n@mail.ru

Abstract. The purpose of the research was to identify the effect of the Zero herbicide introduced after harvesting the predecessor, the methods of autumn tillage on the productivity, photosynthetic activity of oil flax plants of the varieties VNIIMK 620 and Severnyy. **Research Methods.** Studies on the tasks were carried out in 2016–2018 in the pilot plots of JSC “Uchkhodz Iyul’skoye Izhevskaya GSKHA” according to generally accepted methods. The previous crop for oil flax in the crop rotation was winter triticale. The experiments were laid on sod-podzolic medium loamy soil. **Results.** It was revealed that the Zero continuous herbicide introduced after harvesting the precursor contributed to an increase of 0.6 c/ha or 7.0 % in seed yield, relative to the yield in variants without herbicide. The autumn tillage of KN-4, PLN-4-35, BDT-3 soil ensured an increase in the

yield of seeds of oil flax varieties VNIIMK 620 and Severnyy 1.8–3.2 c/ha or 23.1–41.0 %, respectively, relative to the similar indicator in options without chaffing tillage. Subsurface autumn tillage of KN-4 soil in terms of seed yield of oil flax varieties VNIIMK 620 (10.8–11.3 c/ha) and Severnyy (10.3–11.3 c/ha) was not inferior to seed yield (10.7–10.9 c/ha and 10.9–11.3 c/ha, respectively) in the variant with dump processing PLN-4-35. Small tillage BDT-3 reduced seed yield by 1.4–1.6 c/ha (13–15 %) in the variety VNIIMK 620 and by 1.4–1.8 c/ha (12–16 %) in the variety Northern, in comparison with productivity in options with KN-4 or PLN-4-35. The treatment of the stubble of the precursor with the Zero continuous herbicide contributed to an increase of 0.7 thousand m²/ha of the area of leaves of oil flax varieties in the flowering phase, photosynthetic potential (FP) by 41 thousand m²×day/ha during the growing season, relative to similar parameters in the options no herbicide. The highest AF during the growing season of plants of oil flax varieties was formed in the variants with autumn tillage KN-4 and PLN-4-35, which significantly exceeded the similar indicator by 97–375 thousand m²×day/ha for VNIIMK 620 and 84–423 thousand m²×day/ha for the Severnyy variety in the control variant. **Scientific novelty.** In the conditions of the Middle Cis-Urals, for the first time, effective techniques for autumn tillage of sod-podzolic medium loamy soil in the technology of cultivating flax varieties of oilseed VNIIMK 620 and Severnyy were revealed. The effect of Zero herbicide, methods of heap, subsurface, small chaffinch tillage on the yield and photo-synthetic activity of oil flax varieties was established.

Keywords: oilseed flax, variety, Severnyy, VNIIMK 620, autumn tillage, Zero herbicide, yield, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

For citation: Goreyeva V. N., Galiyev R. R., Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Vliyaniye gerbitsida Zero i priyemov zyablevoy obrabotki pochvy na urozhaynost' i formirovaniye fotosinteticheskogo apparata sortov l'na maslichnogo [Effect of Zero herbicide and methods of autumn tillage on yield and formation of the photosynthetic apparatus of oil flax varieties] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 2–12. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-2-12. (In Russian.)

Paper submitted: 01.02.2020.

References

1. Avdeyenko A. P., Chernenko V. V. Produktivnost' maslichnykh kul'tur v zavisimosti ot elementov tekhnologii vozdeleyvaniya v usloviyakh Rostovskoy oblasti [Oilseed productivity depending on the elements of cultivation technology in the Rostov region] // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2016. No. 1-3 (43). Pp. 8–10. DOI: 10.18454/IRJ.2016.43.055. (In Russian.)
2. Vafina E. F., Medvedev V. V. Vliyaniye primeneniya gerbitsida i zyablevoy obrabotki pochvy na sbor sukhogo veshchestva rapsom [The effect of the use of herbicide and autumn tillage on the collection of dry matter with rapeseed] // Aktual'nyye voprosy kormoproizvodstva: sostoyaniye, problemy, puti resheniya: sbornik nauchnykh trudov Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati Zasluzhennogo deyatelya nauki RF, doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora El'chaninovoy Nadezhdy Nikolayevny. Samara, 2019. Pp. 30–34. (In Russian.)
3. Ivenin A. V., Sakov A. P. Vliyaniye sistem obrabotki svetlo-seroy lesnoy pochvy na ee biologicheskuyu aktivnost' i urozhaynost' gorokha v Nizhegorodskoy oblasti [The influence of light gray forest soil treatment systems on its biological activity and pea productivity in the Nizhny Novgorod region] // Agricultural Science Euro-North-East. 2019. Vol. 20. No. 3. Pp. 256–264. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.256-264. (In Russian.)
4. Kolesnikova V. G., Fatykhov I. Sh. Effektivnost' priyemov zyablevoy obrabotki pochvy v tekhnologii vozdeleyvaniya ovsa [The effectiveness of the techniques of autumn tillage in oat cultivation technology] // Realizatsiya printsipov zemledeliya v usloviyakh sovremennogo sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, professora kafedry zemledeliya i zemleustroystva Vladimira Mikhaylovicha Kholzakova. Izhevsk, 2017. Pp. 138–141. (In Russian.)
5. Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Sovremennyye tekhnologicheskie priemy vozdeleyvaniya sortov l'na-dolguntsa v Srednem Predural'e [Modern technological methods of cultivating flax varieties in the Middle Urals] // Sbergayushcheye (biologicheskoye) zemledeliye v sovremennom sel'skom khozyaystve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa, 2014. Pp. 105–107. (In Russian.)
6. Lukomets V. M., Tilba V. A., Bochkarev N. I. [et al.] Innovatsionnyye tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh kul'tur [Innovative technologies for the cultivation of oilseeds] / Under the general editorship of the academician of the RAS V. M. Lukomets. Krasnodar, 2017. 256 p. (In Russian.)
7. Maltsev B. P. Sistemy obrabotki dornovo-podzolistoy suglinistoy pochvy v sevooborotakh adaptivno-landshaftnogo zemledeliya [Processing systems of sod-podzolic loamy soil in crop rotation of adaptive landscape agriculture] // Agricultural Science Euro-North-East. 2005. No. 7. Pp. 51–60. (In Russian.)
8. Nikolayev V. A., Mazirov M. A., Zinchenko S. I. Vliyaniye raznykh sposobov obrabotki na agrofizicheskiye svoystva i strukturnoye sostoyaniye pochvy [The influence of different processing methods on the agrophysical properties and structural state of the soil] // Zemledelie. 2015. No. 5. Pp. 18–20. (In Russian.)
9. Pegova N. A., Kholzakov V. M. Resursosberegayushchaya sistema obrabotki dornovo-podzolistoy pochvy [Resource-saving system for processing sod-podzolic soil] // Agricultural Science Euro-North-East. 2015. No. 1 (44). Pp. 35–40. (In Russian.)

10. Perspektivnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva l'na maslichnogo: meto-dicheskie rekomendatsii [Promising resource-saving technology for the production of oil flax: method rivers]. M.: Federal State Institution "Rosinformagroteh", 2010. 52 p. (In Russian.)
11. Pechnikov D. N., Goreeva V. N., Korepanova E. V., Fatykhov I. Sh. Reaktsiya l'na maslichnogo VNIIMK 620 na priemy predposevnoy i posleposevnoy obrabotki pochvy [The reaction of flax of the masculine VNIIMK 620 to the methods of pre-sowing and post-sowing tillage] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. Vol. 31. No. 3. Pp. 12–15. (In Russian.)
12. Cherkasov G. N., Pykhtin I. G., Gostev A. V. Vozmozhnost' primeneniya nulevykh i poverkhnostnykh sposobov osnovnoy obrabotki pochvy v razlichnykh regionakh [The possibility of applying zero and surface methods of primary tillage in various regions] // Zemledelie. 2014. No. 5. Pp. 13–16. (In Russian.)
13. Dekemati I., Simon B., Vinogradov S. [et. al.]. The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary // Soil & tillage research. 2019. T. 194. 104334. DOI: 10.1016/j.still.2019.104334.
14. Golebiowska H., Plaskowska E., Weber R. [et al.]. The effect of soil tillage and herbicide treatments on the incidence of Fusarium fungi genus in the grain of rye // Plant soil and environment. 2016. T. 62. Vol. 10. Pp. 435–440. DOI: 10.17221/647/2015-PSE.
15. Pudelko K., Mankowski J., Kolodziej J. Cultivation of Fiber and Oil Flax (*Linum usitatissimum* L.) in No-Tillage and Conventional Systems. Part II. Influence of No-Tillage and Use of Herbicides on Yield and Weed Infestation of Oil Flax and the Physical and Biological Properties of the Soil // Journal of natural fibers. 2015. T. 12. Vol. 1. Pp. 72–83. DOI: 10.1080/15440478.2014.897669.
16. Seehusen T., Hofgaard I. S.; Torresen K. S. [et al.]. Residue cover, soil structure, weed infestation and spring cereal yields as affected by tillage and straw management on three soils in Norway // Acta agriculturae scandinavica section b-soil and plant science. 2017. T. 67 Vol. 2. Pp. 93–109. DOI: 10.1080/09064710.2016.1221987.
17. Wozniak A., Rachon L. Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds // Archives of agronomy and soil science. 2019. T. 65. Vol. 7. Pp. 877–885. DOI: 10.1080/03650340.2018.1533956.
18. Wozniak A., Stepniowska A. Yield and quality of durum wheat grain in different tillage systems // Journal of elementology. 2017. T. 22. Vol. 3. Pp. 817–829. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.4.1304.

Authors' information:

Vera N. Goreyeva¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production, ORCID 0000-0003-3115-7695, AuthorID 672548; +7 904 276-30-55, goreeva_v_n@mail.ru

Ramis R. Galiyev¹, postgraduate, ORCID 0000-0003-0147-5959, AuthorID 956114; +7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru

Elena V. Korepanova¹, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of plant production, ORCID 0000-0002-7989-9455, AuthorID 541315; +7 912 761-10-37, nir210@mail.ru

Ildus S. Fatykhov¹, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of plant production, ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; +7 (341) 258-99-64, nir210@mail.ru

¹ Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

Способ улучшения горных агроландшафтов

С. М. Джибилов¹, Л. Р. Гулуева^{1✉}, Э. Д. Солдатов¹

¹ Владикавказский научный центр РАН, Михайловское, Россия

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Аннотация. Авторы представили результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, на основании которых спроектирован и создан новый ресурсосберегающий способ и агрегат для сгребания и утилизации камней со склонов лугов и пастбищ с экспозиционным уклоном до 12° с целью улучшения, снижения эрозионных процессов и повышения продуктивности горных склоновых участков. **Цель исследования** – разработать новый способ улучшения и опытный образец навесного камнеуборочного агрегата для склоновых естественных кормовых угодий с утилизацией мелких и средних камней в одновременно нарезаемые каналы. **Объектом исследования являются** рабочие органы для сгребания камней диаметром более 50 мм (гребенка) и специальный плуг, нарезающий каналы для последующей их утилизации. **Новизна технического решения** состоит в том, что впервые малогабаритный чизельный культиватор КЧГ-2,4 оснащен новыми рабочими органами для удаления камней со склоновых лугов и пастбищ. Разработанный агрегат осуществляет челночное движение, начиная от вершины лугопастбищной части склона, загоняя поперек склона, сгребая гребенкой камни и по мере необходимости утилизируя их в одновременно нарезаемый при помощи однокорпусного плуга канал. Испытания агрегата проводились в стационаре на южном склоне Даргавской котловины РСО-Алания (левый берег реки Гизельдон) на высоте 1650 м ниже уровня моря (н. у. м.), с уклоном 10°. **Применение разработанного агрегата** позволяет обогатить почву органическими питательными веществами, стимулирующими повышение продуктивности кормовых угодий, снизить эрозию и другие деградационные процессы почвенного покрова, создать благоприятные условия для применения средств механизации на лугах и пастбищах, повысить экологическую и экономическую значимость естественных кормовых угодий.

Ключевые слова: механизация, поверхностное улучшение, пастбища, горы, сгребание камней, утилизация.

Для цитирования: Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Солдатов Э. Д. Способ улучшения горных агроландшафтов // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 13–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-13-20.

Дата поступления статьи: 07.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время горные кормовые угодья, в первую очередь пастбища, характеризуются неудовлетворительным культурно-техническим состоянием, значительные площади засорены камнями [1, с. 9]. Наличие камней в горах связано с постоянным разрушением горных пород и сбиванием копытами животных, что затрудняет такие технологические операции, как подсев трав на лугах и пастбищах [2, с. 238; 3, с. 105], внесение различных удобрений [4, с. 103; 5, с. 28].

В условиях особенностей рельефа агроландшафтов и почвенно-климатических условий (крутые склоны, резкая смена температуры воздуха и почвы как посезонно, так и в течение суток, малая мощность гумусового горизонта, сильная закамененность и др.) проблема улучшения горных склонов связана с трудностью применения средств механизации как на лугопастбищных участках при их восстановлении [6, с. 3; 12, с. 6], так и обработки почвы [7, с. 186].

Поэтому для проведения механизированных работ по сеноуборке, повышению продуктивности и увеличению полезной площади пастбищ актуальным мероприятием является уборка камней. Степень закамененности участка считается слабой, если до 10 % площади пастбищ покрыто камнями; средней – от 10 до 20 %; сильной – от 20 до 60 %, очень сильной – свыше 60 % [8, с. 6].

Общеизвестно, что скашивание трав следует проводить на высоте 60–70 мм от поверхности почвы [9, с. 47]. Камни, выступающие над почвой выше 60 мм, препятствуют применению тракторных косилок на сенокосах и в горных плодопитомниках и способствуют травмированию животных на пастбищах.

Из-за особенностей рельефа горных агроландшафтов применение серийных средств механизации по уборке камней невозможно. За последнее время запатентовано свыше 200 изобретений по механизированной уборке камней, которые в основном предназначены для сборки и вывоза камней; выкорчевывания камней из почвы, погрузки и вывоза; дробления камней и последующего вывоза. К ним относятся камнеуборочные машины марки Jympa: модели MYM-185, MYM 205 AM, MYM 205 DX; kivipekka; УКП-0,6; 7200 SignatureTM, Kongskilde Stonebear, Schulte, Тамерлан-1800, ПМУ-6 и др.

Камнеуборочная машина kivipekka надежно очищает почву от камней различного диаметра и готовит грунт под засев. Принцип работы этой техники: валы подборщика собирают камни путем движения в противоположную сторону от самой машины. Глубина сбора – до 15 см. Двухкубовый бункер принимает в себя камни, движущиеся к нему по ситам, в то время как земля, просеиваясь через ячейки, возвращается на поля.

Известны также машины для сборки камней с поверхности поля и стройплощадок Kongskilde Stonebear. Однако эти машины – отличный вариант техники для компаний с основной сферой деятельности – очистка полей для гольфа, пляжей, спортивных объектов, газонов, производственных территорий и строительных объектов.

Посредством использования машины Kongskilde Stonebear с рабочей шириной 4 и 5 м легко убираются камни диаметром от 3 до 30 см. Чтобы избежать уплотнения почвы, проектировщики этого камнеподборщика снабдили его широкими шинами с низким давлением. Благодаря этому сбор камней возможен даже непосредственно перед посевом сельскохозяйственных культур, но не в горной местности.

Высокотехнологичный дуэт Schulte, состоящий из валкоукладчика и камнеподборщика, – это комплекс машин, способный очистить любое поле от мелких, средних и крупных камней.

Раздельная уборка позволяет гораздо тщательнее выполнять работы по очищению полей. Валкоукладчик собирает камни в валки – борозды по середине или краям поля. Валков может быть много, это зависит от засоренности территории. Далее камнеподборщик специальными лопастями сгребает валки, и камни попадают в бункер.

Известен также способ удаления камней с поверхности поля с выборкой их из почвы, перемещением на неубранный участок и погрузкой в транспортное средство. Недостатком данного способа является то, что он предназначен для работы на пахотных землях и не подходит для склоновых участков горной и предгорной зон [14, с. 239].

Исследования показали, что все вышеперечисленные агрегаты и способы удаления камней предназначены для пахотных плоскостных сельскохозяйственных угодий, и применение их связано со значительным нарушением дернового покрова, что неприемлемо на естественных

кормовых угодьях, особенно на мелкоконтурных склоновых землях.

В задачи исследований входило:

- разработать новый способ и агрегат для удаления и утилизации камней с горных участков;
- подобрать пастбищный участок, засоренный свободно разбросанными мелкими и средними камнями;
- определить степень засоренности методом подсчета площади прилегания камней на учетной площадке (1 м²);
- рассчитать объемную массу камней с единицы площади (1 м²) методом вытеснения жидкости;
- провести испытание многофункционального агрегата;
- рассчитать экономическую эффективность использования камнеуборочного агрегата.
- дать экологическую оценку агрегата.

Методология и методы исследования (Methods)

Опытно-производственное испытание агрегата проводилось на южном склоне Даргавской котловины РСО-Алания (левый берег реки Гизельдон) на высоте 1650 м н. у. м., уклон 10°, где и был заложен стационарный опыт по испытанию агрегата для удаления и одновременной утилизации камней.

Для выполнения поставленных задач деградированное пастбище, покрытое мелкими и средними камнями, общей площадью 8760 м² было разделено на три равнозначных участка по 2920 м², каждый из которых являлся повторностью. В свою очередь, каждый участок был разделен на три опытные делянки (варианта) по 973 м², между которыми выделены разделительные полосы шириной 2 м. Общее количество вариантов – 9 (по три в каждой повторности), каждый второй вариант – контроль (2, 5, 8). Агрегат передвигается по опытному полю в трех сегментах, меняя направление, показанное по схеме опыта (рис. 1). В начале третьего сегмента плуг опускается на заданную глубину, образуя утилизационный канал шириной 35 см, в который поступает каменная масса, направленная гребенкой.

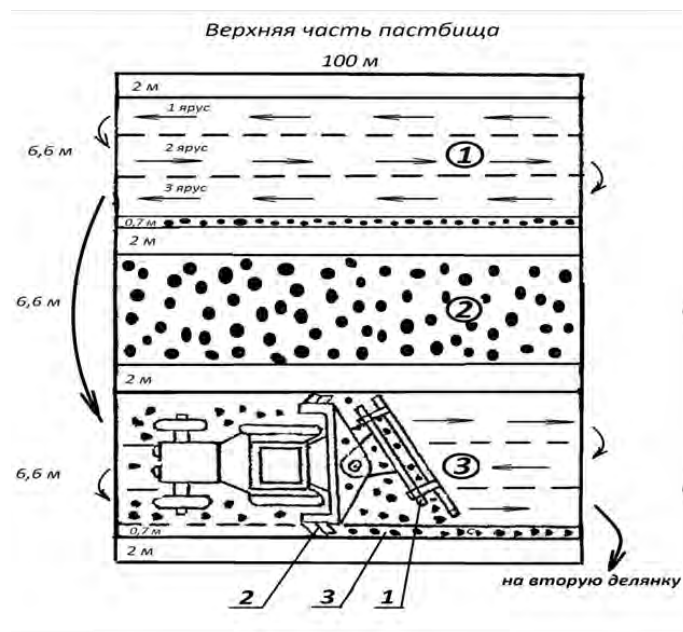


Рис. 1. Схема движения агрегата:
1 – подвижная рама с гребенкой;
2 – неподвижная рама с плугом;
3 – канал для утилизации камней;
1, 2, 3 (в кругах) – загоны

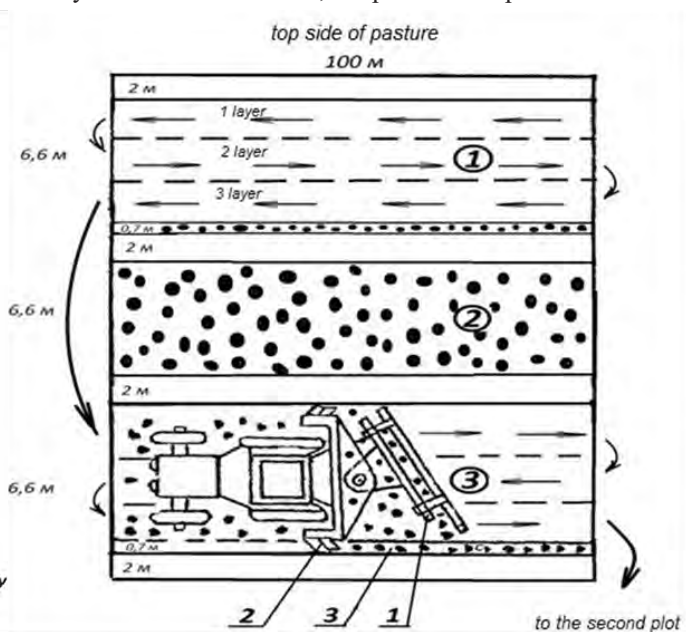


Fig. 1. Scheme of movement of the unit:
1 – movable frame with a comb;
2 – fixed frame with a plow;
3 – channel for disposal of stones;
1, 2, 3 (in the rounds) – paddocks

Весной, после полного просыхания пастбища, в стадии начала вегетации луговых трав методом измерения площади соприкосновения с почвой свободно разбросанных мелких и средних камней размером от 3 до 60 см определили площадь засорения учетных делянок (1 м²), которые в количестве трех штук расположены по диагонали на каждом варианте опыта. Засоренность камнями по мере расположения вариантов сверху вниз в среднем составила 37,2; 45,6; 52 % площади делянки.

Повышение уровня засоренности по мере снижения расположения делянок связано с тем, что в течение определенного времени животные при горизонтальном передвижении по пастбищу копытами сбивают мелкие и средние камни, которые по инерции скатываются вниз по склону.

Согласно схеме опыта, вторая делянка опытного участка (варианты 2, 5, 8) являлась контрольной, на которой не проводилась обработка агрегатом.

Установлено, что при челночном передвижении агрегата с верхнего варианта к нижнему, трехъярусными сегментами, гребенка шириной захвата 2,2 м сгребает камни вниз по склону в нарезаемый канал нижней части третьего сегмента, заранее рассчитанный по глубине, ширине и длине соответствующих объему камней, собранных с учетных делянок (объемная масса определялась по разности вытесненной и оставшейся воды в емкости при загрузке в нее камней с учетной делянки).

Согласно очередности обрабатываемых опытных делянок (вариантов) 1; 3; 4; 6; 7; 9, объем камней, подлежащих утилизации при 90–93 % очистки, составил, согласно расчетам, соответственно: 2,5; 3,2; 3,4; 3,7; 4,1 и 4,9 м³.

Согласно полученным показателям с помощью механизма заглабления плуга в почву была отрегулирована глубина утилизационного канала, которая составила соответственно объему камней и длины канала 10; 12; 12,5; 13,5; 14,5; 17 см.

Отвалный брусстер совместно с заполненным камнями утилизационным каналом сформировал эрозионно-защитные и водопоглощающие террасы шириной 70–75 см.

Помимо сгребания камней, агрегат во время перемещения по пастбищу за счет зазора между лемехом гребенки и поверхностью горного участка равномерно распределяет оставшиеся экскременты животных, обогащая почву органическими питательными веществами, стимулирующими повышение продуктивности кормовых угодий и животных, потребляющих высококачественный корм.

Наблюдениями, согласно методическим указаниям, а также проведенным расчетам [9, с. 126] питательной ценности, была установлена положительная динамика изменения урожая и питательной ценности пастбищного корма после применения камнеуборочного агрегата.

Статистической обработкой полученных данных установлено, что благодаря применению камнеуборочного агрегата увеличена площадь развития травостоя, а действие равномерно распределенного навоза и влагозадержания дало существенную (достоверную) прибавку урожая по сравнению с контролем, которая возросла по годам с 0,33 до 1,28–1,93 т/га.

Установлено, что проведенный технологический процесс поверхностного улучшения за счет равномерного распределения навозных куч по всей поверхности пастбищного участка способствовал снижению кислотности почвы с pH 4,8 до pH 5,1.

Это сказалось на прорастании залежных, аборигенных семян бобовых трав, доля которых в травостое увеличилась с 2,1–3,6 % на контроле до 12,2–16,7 % в опытных делянках на третий год наблюдений. Бобовые травы совместно со злаковыми (доля которых в травостое также повысилась с 26,7 до 47,3 %) в силу своих биологических особенностей позволили не только повысить урожай сухой массы, но и сбор питательных веществ и накопление энергии корма. Так, концентрация кормовых единиц в пастбищном корме увеличилась в среднем с 1047 до 3430 с 1 га; перевариваемого протеина – с 0,09 до 0,40 т/га, а обменной энергии – с 11,58 до 40,5 ГДЖ/га.

Повышение продуктивности пастбищ за счет удаления и утилизации камней позволило увеличить нагрузку на 1 га пастбищ с 1,1 головы нагульного молодняка КРС до 3,6 головы, а высокая концентрация перевариваемого протеина и обменной энергии способствовали накоплению среднемесячной массы животных с 560 до 975 г. Эти изменения позволили за пастбищный период (120 дней) получить дополнительно 348 кг живой массы (421,9 – опытная, 73,9 – контрольная), что при закупочной цене 265 р/кг составило 92,22 тыс. рублей.

Результаты (Results)

Группой механизации совместно с лабораторией горного луговодства СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН (Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства Владикавказского научного центра Российской академии наук) был разработан способ улучшения кормовых угодий и сконструирован опытный образец навесного камнеуборочного агрегата для удаления камней диаметром более 30 мм на склонах крутизной до 12°, агрегатированного с тракторами марки «Беларусь» горной модификации [10, с. 23].

Способ и основные узлы разработанного агрегата [3, с. 151] показаны на рис. 2.

Предлагаемый способ осуществляется при челночном движении агрегата (начиная от вершины лугов и пастбищ, загонами поперек склона), сгребавшего гребенкой камни и по мере необходимости утилизирующего их в одновременно нарезаемый канал при помощи однокорпусного плуга, установленного на неподвижной раме агрегата. Почва корпусом плуга отваливается вниз по склону, образуя брусстер вдоль нижней части обработанного участка.

Глубина нарезаемого канала не может быть больше 20 см, т. к. в горной зоне близкое залегание скальных выступов к поверхности почвы. Ширина канала (35 см) выбрана как наиболее приемлемая величина ширины серийно выпускаемого корпуса плуга, а частота нарезаемых на поле каналов устанавливается в зависимости от степени засоренности его камнями. При этом известно, что оставшиеся на поле камни размером менее 30 мм не оказывают отрицательного влияния на работу сеноуборочной техники.

Агрегат с помощью навесного устройства (8) шарнирно соединяется с неподвижной рамой (6) и навешивается на трактор МТЗ-82 (11).

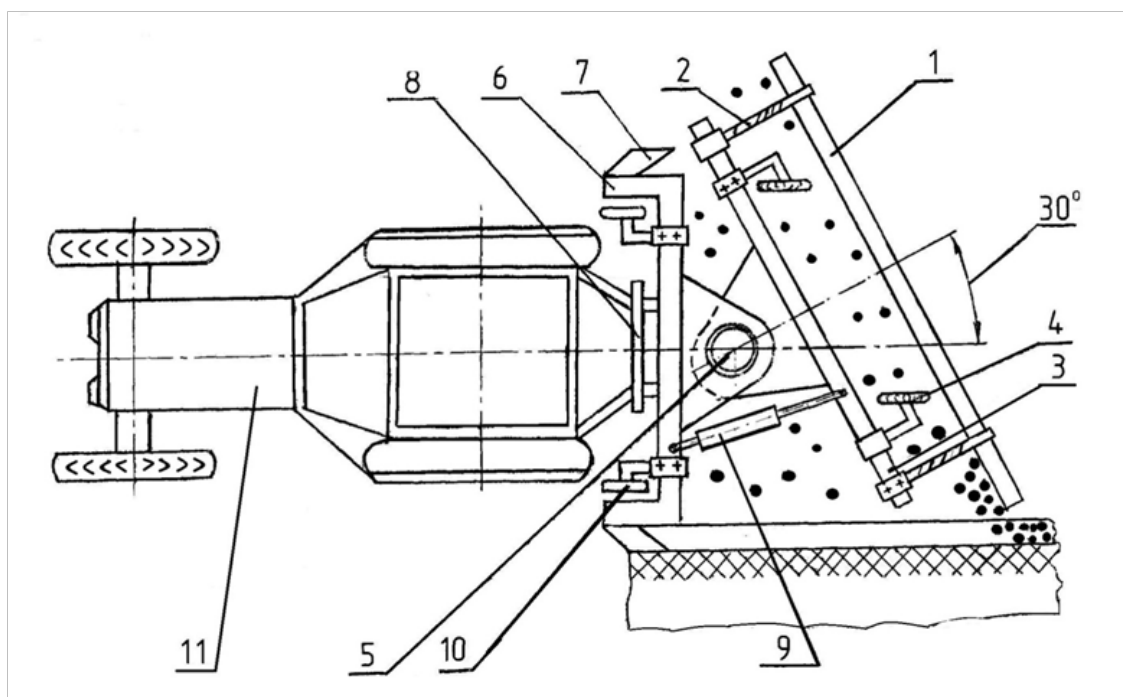


Рис. 2. Принципиальная схема агрегата:

1 – гребенка, 2 – пружинные стойки, 3 – подвижная рама, 4 – опорные колеса гребенки, 5 – поворотное устройство, 6 – неподвижная рама, 7 – плуг, 8 – навесное устройство, 9 – гидроцилиндр, 10 – опорные колеса плуга, 11 – трактор МТЗ-82

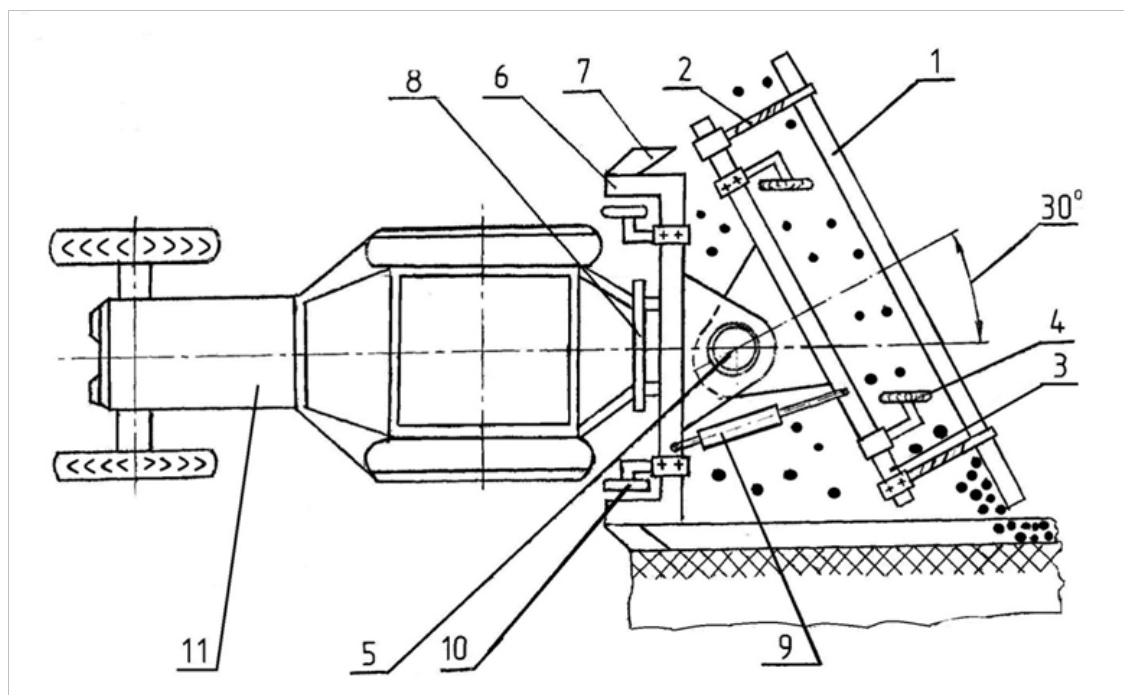


Fig. 2. Schematic diagram of the assembly:

1 – comb, 2 – spring struts, 3 – movable frame, 4 – support wheels of the comb, 5 – rotary device, 6 – fixed frame, 7 – plow, 8 – mounted device, 9 – hydraulic cylinder, 10 – support wheels of the plow, 11 – tractor MTZ-82

Поворотное устройство (5), управляемое гидроцилиндром (9) из кабины трактора, служит для установления угла атаки гребенки от 0 до 30°, который меняется относительно направления движения агрегата, стимулируя скатывание камней вниз по склону.

Пружинные стойки (2) прижимают гребенку к поверхности почвы, что обеспечивает постоянный зазор между поверхностью поля и лемехом гребенки, равный 50 мм.

Однокорпусный плуг (7) по мере накопления камней нарезает канал для их утилизации. Он снабжен механизмом заглубления в почву, а также механизмом защиты при встрече со скрытым под почвой булыжником или скальным выступом.

Ширина захвата, угол поворота гребенки, глубина канала, ширина канала, высота гребенки, а также количество ярусных загонов регулируются в зависимости от засоренности и размера камней до начала работы агрегата [11, с. 106].

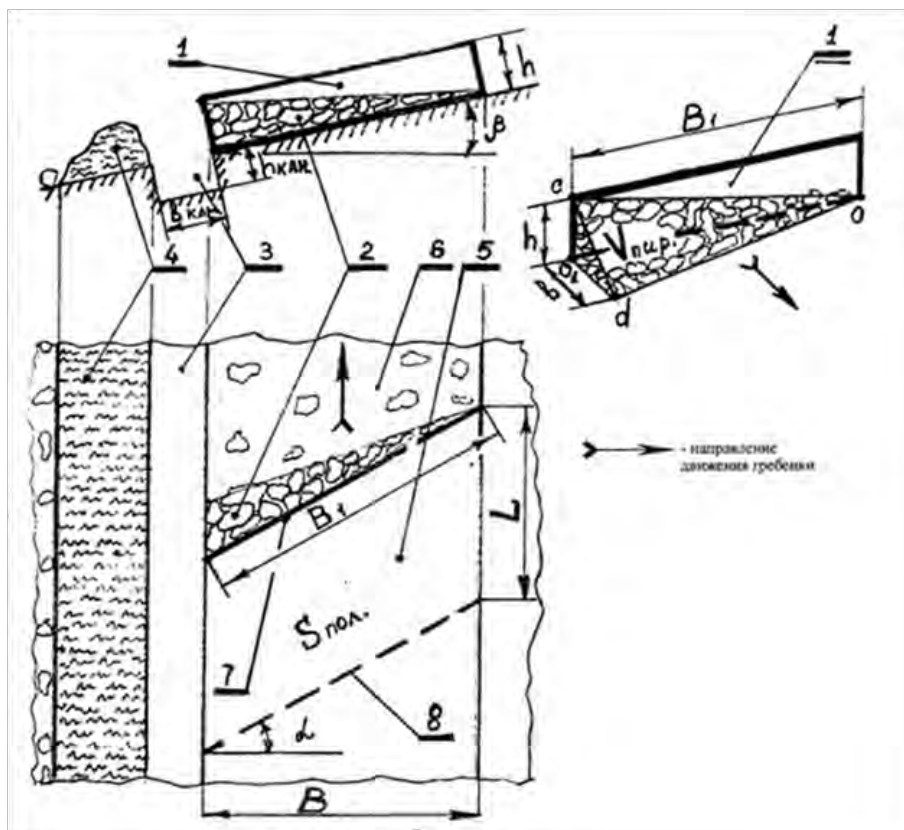


Рис. 3. Схема рабочего процесса гребенки:

1 – гребенка; 2 – камни; 3 – канал; 4 – брусстер почвы; 5 – поле очищенное; 6 – поле засоренное; 7 – положение гребенки после прохода пути L; 8 – положение гребенки до прохода пути L

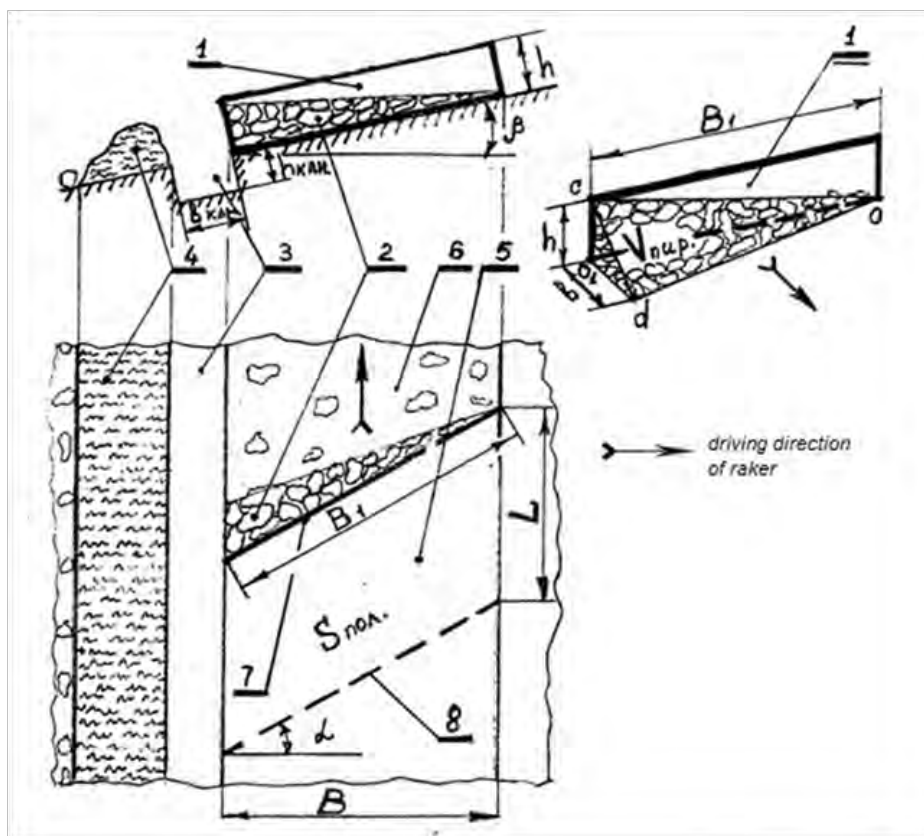


Fig. 3. Workflow diagram of the comb:

1 – comb; 2 – stones; 3 – channel; 4 – the top soil; 5 – fields are cleared; 6 – the field is clogged; 7 – position of the comb after passing the path L; 8 – position comb to the passage of the path L

Расчет высоты гребенки. Одним из важных конструктивных параметров, влияющих на качество работы агрегата и его конструктивный вес, является высота гребенки. При малой высоте гребенки камни, сгрудившиеся перед ней, могут переваливаться через гребенку и засорять уже очищенное поле. А увеличение высоты гребенки приведет к утяжелению агрегата и повышению удельного давления опорных колес на травяной покров [15, с. 658]. Поэтому предлагается определить высоту гребенки в зависимости от ширины ее захвата и степени засоренности поверхности поля камнями.

При этом груду камней, сгребаемых гребенкой вниз по склону в одновременно нарезаемый плугом канал, можно с некоторым приближением представить в виде пирамиды (o, c, o_1, d) (рис. 3), в основании которой находится прямоугольный равнобедренный треугольник (c, o_1, d), одним катетом которого является высота гребенки (h), а другим – величина вылета камней на нижнем по склону поля обреза гребенки (b). Принимаем $h = b$. Высота пирамиды H определяется отрезком $o-o_1$ и равна конструктивной ширине гребенки B_1 .

Высоту гребенки выбираем из условия максимальной засоренности поля камнями ($S_{\max}$), а утилизация камней в канал начинается при условии, что объем абстрагируемой пирамиды заполнился камнями, т. е. $V_{\text{кам}} = V_{\text{пир}}$.

Объем камней, собираемых с поверхности поля, необходимый для заполнения объема пирамиды, можно выразить так:

$$V_{\text{кам}} = \frac{P_{\text{кам}}}{\rho_{\text{кам}}} = \frac{S_{\max} \cdot S_{\text{пол}}}{\rho_{\text{кам}}} = \frac{S_{\max} \cdot B \cdot L}{\rho_{\text{кам}}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{кам}}$ – объем камней, необходимый для заполнения объема пирамиды (м^3),

$P_{\text{кам}}$ – вес камней, собранных гребенкой при проходе пути L (кг),

$\rho_{\text{кам}}$ – удельный вес камней фракции 60–200 мм, для сбора которых предназначен агрегат ($\text{кг}/\text{м}^3$),

$S_{\max}$ – максимальная величина степени засоренности поверхности поля камнями ($\text{кг}/\text{м}^2$),

$S_{\text{пол}}$ – площадь очищенного поля, при которой выполняется условие $V_{\text{кам}} = V_{\text{пир}}$ (м^2),

B – ширина захвата гребенки (м),

L – путь, пройденный гребенкой для сбора камней, объем которых равен объему пирамиды (м).

Известна формула определения объема пирамиды ($V_{\text{пир}}$):

$$V_{\text{пир}} = \frac{S_{\text{осн}} \cdot H}{3}, \quad (2)$$

где $S_{\text{осн}}$ – площадь основания пирамиды (м^2),
 H – высота пирамиды (м).

Из рис. 2. видно, что объем пирамиды ($V_{\text{пир}}$) можно выразить следующим образом:

$$V_{\text{пир}} = \frac{0,5 h^2 \cdot B_1}{3}, \quad (3)$$

где B_1 – конструктивная ширина гребенки (м).

Приравняв правые части выражений (1) и (3) и сделав преобразования относительно h , получаем выражение (4) для определения высоты гребенки h :

$$h = \sqrt{\frac{6 S_{\max} \cdot B \cdot L}{B_1 \rho_{\text{кам}}}}. \quad (4)$$

Сочетание уборки камней с их утилизацией в нарезаемые каналы не только обеспечит увеличение полезной пастбищной площади, но и улучшит водно-воздушный режим почвы, экологическую обстановку в горной зоне, стимулируя дополнительную прибавку урожая.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение камнеуборочного агрегата, разработанного сотрудниками СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, позволяет очистить пастбища от разбросанных мелких и средних камней до 91–93 %, разравнивает равномерно навоз, оставленный животными. Камни утилизируются в каналы, которые являются фильтрами для сточных вод, обеспечивая водонасыщение низлежащим пастбищным угодьям.

Повышение полезной площади, улучшение водно-воздушного и питательного режимов позволило повысить продуктивность пастбищ более чем в 3 раза, изменить видовой состав (увеличив бобовый компонент до 16,7 %, злаковый – до 47,3 %), улучшить качество продукции [13, с. 714]. Эти факторы способствовали увеличению площади пастбищ, повышению сбора экологически чистой продукции в 5,7 раза на общую сумму 92,22 тыс. руб/га.

Способ и малогабаритный многофункциональный агрегат для удаления камней со склонов лугов и пастбищ позволяют повысить продуктивность полей, снизить эрозию и другие деграционные процессы почвенного покрова и создать благоприятные условия для применения средств механизации на лугах и пастбищах [12, с. 6]

Библиографический список

1. Солдатов И. Э., Солдатов Э. Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 9–14.
2. Уртаев Т. А., Кудзаев А. Б. Исследование каменистости почв полей горной и предгорной местности РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 4. С. 238–248.
3. Сидоров Ю. Н., Рогачев Б. Г., Докина Н. Н. Влияние технологий заготовки сена на продуктивность мясного скота // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3 (86). С. 105–108.
4. Джигилов С. М., Гулуева Л. Р. Многофункциональный агрегат для улучшения горных лугов и пастбищ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 3. С. 103–111.
5. Кудзаев А. Б., Уртаев Т. А. Адаптивный энергосберегающий культиватор для обработки каменистых почв // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. № 2. С. 28–32.
6. Джигилов С. М., Гулуева Л. Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный Вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 15–20.
7. Кудзаев А. Б., Ридный С. Д., Ридный Д. С. Качество обработки пласта почвы рабочими органами машины для поиска крупных камней // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 4. С. 186–198.

8. Патент на изобретение RU № 2657737. Секция плуга для каменистых почв / А. Б. Кудзаев, Д. В. Цгоев, И. А. Коробейник. № 2017122672, заявлено 27.06.2017, опубл. 15.06.2018. 6 с.
9. Дзанагов С. Х., Бестаев В. В., Лазаров Т. К., Цуциев Р. А. Плодородие почв Северной Осетии-Алании // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 2. С. 47–54.
10. Коробейник И. А. Совершенствование конструкции пропашного культиватора для обработки почв засоренных камнями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владикавказ, 2014. 23 с.
11. Килизова Н. В. Улучшение деградированных пастбищ путем подсева семян дикорастущих трав // Тезисы докладов IV Вавиловской международной научной конференции. Санкт-Петербург, 2017. С. 47.
12. Лысиков А. В. Экономическая эффективность повышения продуктивности старосеяного сенокоса // Кормопроизводство. 2013. № 9. С. 6–8.
13. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. Т. 8. No. 11. Pp. 714–720.
14. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. Т. 44. No. 2. Pp. 239–243.
15. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthers // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. Т. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Об авторах:

Сергей Майрамович Джибиллов¹, кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Людмила Романовна Гулуева¹, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Эдуард Дмитриевич Солдатов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом рационального использования горных кормовых угодий, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

¹ Владикавказский научный центр РАН, Михайловское, Россия

Methods for improvement of mountain agricultural landscapes

S. M. Dzhibilov¹, L. R. Guluyeva¹✉, E. D. Soldatov¹

¹ Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoye, Russia

✉E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Abstract. The authors presented the results of research and development, on the basis of which a new resource-saving method and unit for raking and recycling stones from the slopes of meadows and pastures with an exposure slope of up to 12° was designed and created in order to improve, reduce erosion processes and increase the productivity of mountain slope areas. **The purpose of the research** is to develop a new method of improvement and a prototype of a mounted stone harvesting unit for slope natural forage lands with the utilization of small and medium-sized stones in simultaneously cut channels. **The object of research** is the working bodies for raking stones with a diameter of more than 50 mm (comb) and a special plow that cuts channels for their subsequent disposal. **The novelty of the technical solution** is that for the first time the small-sized chisel cultivator KPG-2, 4 is equipped with new working bodies for removing stones from slope meadows and pastures. The developed unit carries out Shuttle movement, starting from the top of the meadow part of the slope, corrals across the slope, raking stones with a comb, and, as necessary, disposing of them in the channel, simultaneously cut with the help of a single-body plow. The unit was tested in a hospital on the southern slope of the Dargava basin of the RSO-Alania (left Bank of the Gizeldon river) at an altitude of 1650 m below sea level, with a slope of 10°. The use of the developed unit allows enriching the soil with organic nutrients that stimulate the increase in the productivity of forage lands, reduce erosion and other degradation processes of the soil cover, create favorable conditions for the use of mechanization tools in meadows and pastures increase the environmental and economic significance of natural forage lands.

Keywords: mechanization, surface improvement, pastures, mountains, raking stones, utilization.

For citation: Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R., Soldatov E. D. Spособ uluchsheniya gornyx agrolandshaftov [Methods for improvement of mountain agricultural landscapes] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 13–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-13-20. (In Russian.)

Paper submitted: 07.01.2020.

References

1. Soldatova I. E., Soldatov E. D. Sozdanie vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoj zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus] // Journal of proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2017. Т. 54. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)

2. Urtayev T. A., Kudzayev A. B. Issledovaniye kamenistosti pochv poley gornoy i predgornoy mestnosti RSO-Alaniya [The study of stony soil in the fields of mountainous and foothill areas of North Ossetia-Alania] // Journal of proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2014. T. 51. No. 4. Pp. 238–248. (In Russian.)
3. Sidorov Yu. N., Rogachev B. G., Dokina N. N. Vliyaniye tekhnologiy zagotovki sena na produktivnost' myasnogo skota [The influence of hay harvesting technology on the productivity of beef cattle] // The Herald of Beef Cattle Breeding. 2014. No. 3 (86). Pp. 105–108. (In Russian.)
4. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R. Mnogofunktsional'nyy agregat dlya uluchsheniya gornyx lugov i pastbishch [Multifunctional unit for improving mountain meadows and pastures] // Journal of proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2016. T. 53. No. 3. Pp. 103–111. (In Russian.)
5. Kudzayev A. B., Urtayev T. A. Adaptivnyy energosberegayushchiy kul'tivator dlya obrabotki kamenistykh pochv [Adaptive energy-saving cultivator for processing stony soils] // Agricultural Machinery and Technologies. 2015. No. 2. Pp. 28–32. (In Russian.)
6. Dzhibilov S. M., Guluyeva L. R. Sposob vosstanovleniya gornyx kormovykh ugodiy [The method of restoration of mountain grassland] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 7 (174). Pp. 15–20. (In Russian.)
7. Kudzayev A. B., Ridnyy S. D., Ridnyy D. S. Kachestvo obrabotki plasta pochvy rabochimi organami mashiny dlya poiska krupnykh kamney [Quality of soil treatment by working bodies of a machine for searching for large stones] // Journal of proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2018. T. 55. No. 4. Pp. 186–198. (In Russian.)
8. Patent na izobreteniyе RU. No. 2657737. Sektsiya pluga dlya kamenistykh pochv [Patent for invention RU No. 2657737. Section of the plow for stony soils] / A. B. Kudzayev, D. V. Tsgoyev, I. A. Korobeynik. No. 2017122672, declared June 27, 2017, published June 15, 2018. 6 p.
9. Dzanagov S. Kh., Bestayev V. V., Lazarov T. K., Tsutsiyev R. A. Plodorodiye pochv Severnoy Osetii-Alanii [Soil fertility in North Ossetia-Alania] // Journal of proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2019. T. 56. No. 2. Pp. 47–54. (In Russian.)
10. Korobeynik I. A. Sovershenstvovaniye konstruksii propashnogo kul'tivatora dlya obrabotki pochv zasorenykh kamnyami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Improvement of the design of the tilled cultivator for processing soils clogged with stones: dissertation abstract ... candidate of technical sciences]. Vladikavkaz, 2014. 23 p. (In Russian.)
11. Kilyazova N. V. Uluchsheniye degradirovannykh pastbishch putem podseva semyan dikorastushchikh trav [Improvement of degraded pastures by sowing seeds of wild grasses] // Tezisy dokladov IV Vavilovskoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Saint Petersburg, 2017. P. 47. (In Russian.)
12. Lysikov A. V. Ekonomicheskaya effektivnost' povysheniya produktivnosti staroseyanogo senokosa [Economic efficiency of increasing the productivity of old-sown haymaking] // Fodder Production. 2013. No. 9. Pp. 6–8. (In Russian.)
13. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 714–720.
14. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. T. 44. No. 2. Pp. 239–243.
15. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilthres // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 658–666.

Authors' information:

Sergey M. Dzhibilov¹, candidate of technical sciences, head of the laboratory of mechanization agricultural production, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Lyudmila R. Guluyeva¹, leading designer of the laboratory of mechanization of agricultural production, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Eduard D. Soldatov¹, candidate of agricultural sciences, head of the department of rational use of mountain forage land, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

¹ Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoye, Russia

Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры

А. А. Конищев¹

¹ Ивановский филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра, Иваново, Россия

✉ E-mail: aleksei.konishev2010@yandex.ru

Аннотация. Цель исследований – показать и объяснить, почему с помощью технологий обработки почвы первого поколения в принципе невозможно устранить антропогенное переуплотнение почвы и снизить зависимость продуктивности посевов от метеоусловий вегетационного периода. **Методика.** Для достижения поставленной цели проведен анализ влияния результатов применения технологий первого поколения на урожайность возделываемых культур, на основании которого с помощью теории решения изобретательских задач разработаны закономерности создания технологий второго уровня и определены направления их реализации. **Научная новизна** заключается в разработке нового направления совершенствования технологий обработки почвы под зерновые культуры. **Результаты.** Установлено, что создание технологий первого поколения происходило по послойно-плоскостному принципу, реализуемому по схеме «глубоко – мельче – совсем мелко». Учитывая, что растениям для максимальной продуктивности необходима не какая-то конкретная плотность почвы, а оптимальное сочетание «плотность – режим увлажнения», это приводило к хронической предрасположенности технологий первого поколения к антропогенному переуплотнению почвы и полной зависимости посевов от текущих погодных условий. Устранить указанные недостатки можно при переходе на технологии второго уровня путем отказа от сегодняшнего «горизонтального» принципа минимизации обработки и перехода к минимизации «вертикальной», когда не вся площадь поля будет обрабатываться на одинаковую глубину и с одинаковой интенсивностью. Практически это реализуется путем деления всей площади поля на множество микроучастков, на каждом из которых создается плотность почвы, обеспечивающая максимальную урожайность при конкретном режиме увлажнения. Взаимовлияние и дополнение участков друг другом снижает общую зависимость урожайности культуры от метеоусловий вегетационного периода. Прибавка урожайности ячменя составляет до 11 % по сравнению с технологией на базе вспашки и до 20 % по сравнению с минимальной обработкой; яровой пшеницы – соответственно: 15 % и 23 %.

Ключевые слова: обработка почвы, вспашка, минимальная обработка, последовательность построения операций, влияние обработки на продуктивность растений, плотность почвы, урожайность культур, текущие погодные условия

Для цитирования: Конищев А. А. Прошлое и будущее обработки почвы под зерновые культуры // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 21–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-21-27.

Дата поступления статьи: 22.11.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Развитие технологий обработки почвы и посева началось с момента, когда первобытный человек осознанно (или не очень) с помощью подручных средств сделал в земле лунки и бросил в них семена выращиваемой культуры. То есть в «первоисточнике» мы имеем технологию «прямого посева». Далее между первобытными земледельцами начался сначала обмен опытом, затем соревнование, а позже и конкурентная борьба за количество выращенной продукции. Соперничество в этой борьбе в результате длительной эволюции как технологий, так и орудий для их реализации в конечном итоге привело к созданию современной технологии на базе вспашки (рис. 1).

Далее технологии обработки почвы ввиду систематического удорожания средств производства стали развиваться в направлении снижения себестоимости зерна. Начали проводиться исследования и внедрение их результа-

тов в производство по выращиванию сельскохозяйственных культур с уменьшением глубины и интенсивности обработки. Окончание этого этапа развития технологий характеризуется появлением в производстве технологий выращивания культур без обработки почвы (прямой посев). С высшей его формой – технологией No-till.

В связи с тем, что исторически этап АВ «растянулся» на несколько столетий, а этап ВС «завершился» всего за несколько десятилетий, процесс развития представлен в виде конуса символизирующего ускорение развития научно-технического прогресса

Но так как в процессе проведения исследований были выявлены большие ограничения по возможности применения технологий прямого посева, то особенностью данного этапа развития технологий явилось непрекращающееся и достаточно широкое применение классической обработки на базе вспашки наряду с прямым посевом в зависимости от местных условий.

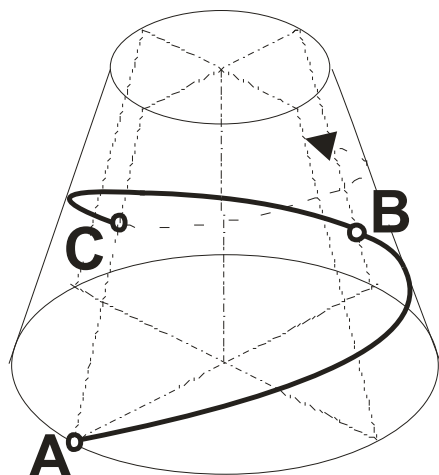


Рис. 1. Схема развития технологий обработки почвы, где: А – зарождение первобытного земледелия (прямой посев); В – «расцвет» применения классической технологии на базе вспашки; С – начало широкого применения технологий «прямого посева» в современном виде

Fig. 1. Scheme of development of technologies of tillage, where: A – the origin of primitive agriculture (direct sowing); B – the “heyday” of the use of classical technology based on plowing; C – the beginning of the widespread use of “direct sowing” in the modern form. Due to the fact that historically the AB stage “stretched” for several centuries, and the BC stage was completed in just a few decades, the development process is presented in the form of a cone symbolizing the acceleration of scientific and technological progress

Одновременно стали появляться технологии, старающиеся использовать как преимущества классической обработки, так и возможности прямого посева. Развиваться подобные технологии (Strip-till) начали преимущественно для выращивания пропашных культур [1, с. 4–11; 2; 3]. Позднее появились попытки распространения подобной обработки и на зерновые культуры [4]. То есть практически начался новый виток в развитии и совершенствовании технологий обработки почвы. Начался этап создания технологий обработки почвы второго поколения.

При этом **концепцию построения технологий первого поколения** можно охарактеризовать двумя отличительными моментами:

1. Обработка почвы в технологиях первого уровня под культуры сплошного сева проводится всегда равномерно по всей площади поля слоями на заданную глубину, определяемую местом операции в технологии возделывания культуры, разновидностью почвы и толщиной гумусового горизонта. А отличие обработки по регионам сводится в первую очередь к глубине основной обработки. На южных черноземах вспашку производят на глубину 30–35 см. На севере пахать можно не глубже 15–20 см (глубже не позволяет мощность гумусового горизонта). При этом по равномерности глубины обработки во всех регионах существуют достаточно жесткие ограничения. Агротребованиями отклонение глубины обработки от заданной допускается в пределах 1–2 см. То есть при любой действующей технологии обработка всегда производится равномерными слоями заданной глубины. Поэтому, обозначая всю площадь поля как плоскость, действующую классическую **концепцию организации работ с полным основанием можно назвать послойно-плоскостной**.

2. В процессе выполнения работ вначале проводится вспашка (или заменяющая ее глубокая обработка), затем комплексом предпосевных обработок верхний слой почвы доводится до требуемого возделываемой культурой и посевным агрегатом сложения и в конце производится посев. То есть с каждой последующей операцией почва обрабатывается на все меньшую глубину (посев – это тоже обработка почвы на глубину заделки семян!). А значит, при каждой последующей операции неизбежно происходит уплотнение нижних (ранее обработанных) слоев почвы! Именно плуг породил порядок обработки почвы по схеме: «глубоко – мельче – совсем мелко», при которой происходит неизбежное антропогенное уплотнение почвы.

К настоящему времени потери от уплотнения почвы составляют, например, в Великобритании 140 евро на гектар в год [5, 6], а общие потери в Швеции достигли 68 млн евро в год (что в три раза больше, чем в 1974 году).

Со временем для обработки почвы стали применяться чизельные и плоскорезные орудия. Эти орудия (особенно плоскорезные) допускали изменение порядка чередования операций при подготовке почвы, так как их конструкции создавались первоначально для зон проявления ветровой эрозии со специфическим технологическим требованием – минимальной деформацией поверхностного слоя почвы (для сохранения стерни), но сказалась инерция мышления. Орудия безотвальной обработки почвы приняли существующее чередование операций. В результате **схема построения операций в последовательности «глубоко – мельче – совсем мелко» стала повсеместной**. И одновременно направлением совершенствования технологий (все новые технологии строятся в направлении уменьшения интенсивности и глубины обработки) (рис. 2).

Кроме того, часто упускается из вида, что конструкции почвообрабатывающих рабочих органов с позиции теории и практики современной земледельческой механики [7, с. 24–135] разрабатываются исключительно с точки зрения теории деформации почвы. Все рабочие органы представляют собой комбинацию двух- или трехгранного клина, дополненную несущими и транспортирующими элементами конструкции. Поэтому обработка почвы есть процесс внедрения в почвенный слой и последующего перемещения в нем (и по нему) некоей объемной конструкции, приводящий к деформации этого слоя. При этом в зависимости от используемой конструкции воздействующего рабочего органа деформация может сопровождаться разным по величине перемещением почвенного слоя. Также в процессе перемещения конструкции происходит частичное или полное разрушение и последующее смещение любых препятствий встречающихся на пути этих конструкций (в том числе и сорных растений или их корней). То есть главной функцией почвообрабатывающих рабочих органов является деформация обрабатываемого пласта, а остальные явления, наблюдаемые при обработке, есть «побочный эффект» этой деформации и конструктивных элементов исполнительных механизмов. А интегральным показателем деформации почвы, учитывающим все результаты воздействия на обрабаты-

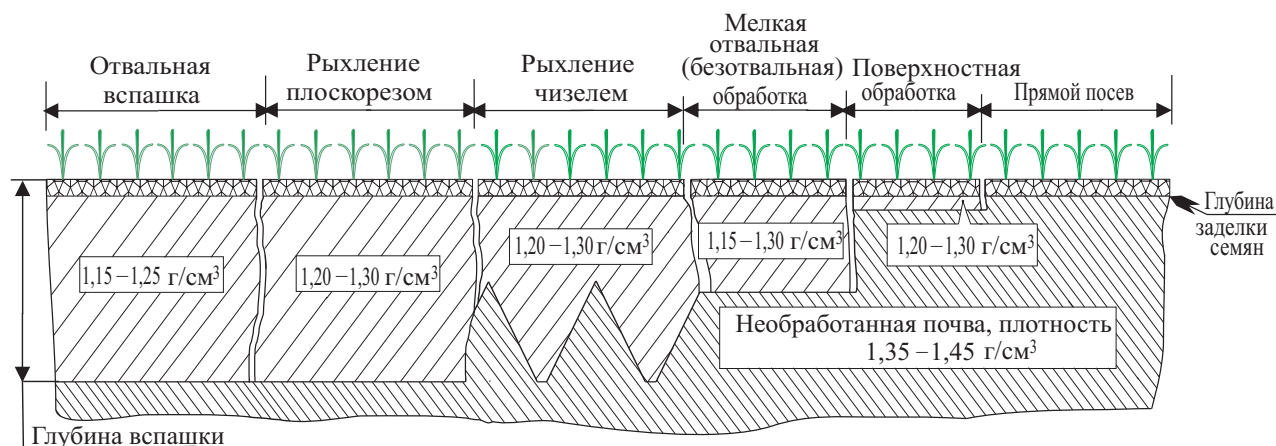


Рис. 2. Схема вертикального разреза обработанного слоя почвы при различных способах обработки. Представленные на рисунке величины плотности при различной обработке характерны для дерново-подзолистого почвы. На других типах почвы эти величины будут иными. И в данном случае они служат лишь для иллюстрации факта повышения плотности обработанных слоев в результате последовательного перехода от более интенсивной обработке к менее интенсивной

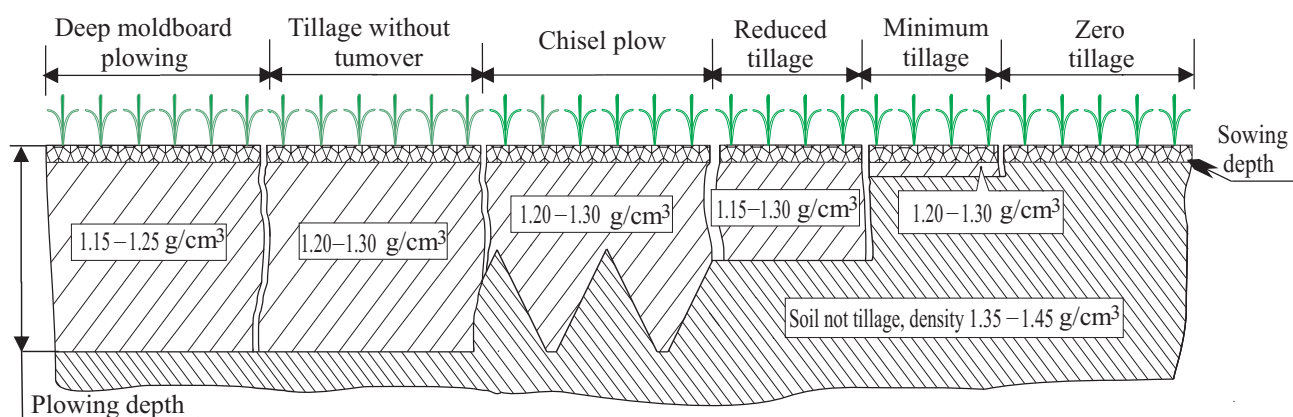


Fig. 2. Diagram of the vertical section of the treated soil layer with different methods of treatment. The density values shown in the figure are typical for sod-podzolic soil under different treatment. On other types soil, these values will be different. And in this case, they serve only to illustrate the fact of increasing the density of the treated layers as a result of the successive transition from more intensive processing to less intensive processing

ваемый слой (крошение, упаковка частиц, пористость, водопроницаемость и т. д.), является изменение ее объемной массы.

Следовательно, основным управляющим фактором, которым обработка почвы может непосредственно влиять на урожайность возделываемой культуры, является обеспечиваемая ею плотность почвы.

То есть плотность почвы в результате применения одинаковых комбинаций обработок будет ежегодно близкой по величине и достоверно отличаться от других комбинаций. Например, плотность подготовленной к посеву почвы с применением сочетания «лущение стерни + вспашка + культивация» будет ежегодно достоверно ниже, чем при применении сочетания «дискование + культивация». Каждое сочетание обработок формирует характерную только ей плотность почвы.

Влияние плотности почвы на развитие растений достаточно подробно исследовано почвоведом и агрофизиками. Известно, что для нормального развития растений чем выше влажность почвы, тем меньше должна быть ее плотность (для поддержания оптимальной величины пористости аэрации). А при небольшой влажности

растения продуктивнее на уплотненной почве. Соответственно, объемная масса (плотность сложения) почвы (от которой непосредственно зависит пористость) для высокой продуктивности растений должна быть более низкой при высокой влажности и более высокой при недостатке влаги.

Поэтому первое сочетание обработок (на базе вспашки) будет всегда продуктивнее при повышенном увлажнении, а второе сочетание (минимальная обработка) – при недостаточном увлажнении (если, конечно, не происходит избыточное переуплотнение почвы). И эта закономерность проявляется на всех типах почвы и во всех регионах. А так как в условиях производства применяемое сочетание почвообрабатывающих орудий меняется достаточно редко, то, проводя из года в год одинаковую обработку своих полей, фермер или коллективное хозяйство всякий раз настраивает свои поля на выращивание растений, при определенном режиме увлажнения играя в своеобразную рулетку – повезет с погодой или нет?

Но даже если предположить, что какой-то агроном, обладая неограниченными экономическими и техническими возможностями, задумает создать оптимальное

сложение почвы под будущий урожай, то ему все равно не удастся эти планы реализовать, так как метеослужба пока не может достоверно предсказывать погодные условия вперед на достаточно продолжительное время. Но даже если бы и был такой прогноз погоды, это мало помогло бы в решении вопроса, так как погодные условия очень динамичны, а обработка проводится до посева и в дальнейшем изменяться не может.

Поэтому производители (находясь в своеобразном замкнутом круге) вынуждены идти на компромисс – проводить обработку почвы ориентируясь на предшествующие годы, собственный опыт и традиции региона, то есть проводить некую усредненную обработку, попросту игнорируя будущий режим увлажнения почвы. В результате получаемая в настоящее время урожайность (с математической точки зрения) есть величина случайная, зависящая от степени приближенности сочетания «плотность пахотного слоя – режим его увлажнения» к оптимальному.

В итоге материальные и финансовые потери (в том числе и урожая) неизбежны!

Таким образом, все действующие разновидности технологий обработки почвы первого поколения имеют хроническую предрасположенность к переуплотнению почвы и максимально зависимы от погодных условий вегетационного периода.

Применяемый в настоящее время переход на минимизированные обработки с целью экономии энергоресурсов часто реальной экономии не дает, так как затраты непосредственно на обработку почвы значительно меньше затрат на другие технологические нужды [8]. Не похож он и на оптимизацию условий развития растений, так как отсутствуют критерии оптимизации. Переход на минимизированные обработки при использовании технологий первого поколения больше похож на стремление Исполнителей заранее минимизировать свои технологические затраты (других путей экономии уже просто не осталось – все технологические затраты сведены к минимуму [8]), в том числе и в ожидании получения урожайности ниже запланированной (тем более что такие случаи отмечаются достаточно часто).

Или же переход на минимизированные обработки является вынужденной мерой, вызванной дефицитом технологических или временных ресурсов у исполнителя [9–12].

Соответственно, вновь разрабатываемые технологии должны быть направлены на исключение возможности антропогенного уплотнения почвы, влияющего на продуктивность растений, и максимально возможное снижение зависимости от погодных условий при одновременной экономии энергозатрат на их реализацию.

Результаты (Results)

При разработке технологий второго поколения следует учитывать, что переход на более высокий уровень технологий не изменит правил и законов разработки непосредственно самих рабочих органов. Поэтому основным воздействующим принципом на почву останется ее деформация и изменение плотности сложения в результате воздействия этой деформации. Соответственно, основ-

ное внимание должно быть прежде всего направлено на оптимизацию сложения почвы.

Основная сложность реализации поставленной задачи заключается в том, что в принципе растениям для высокой продуктивности нужна не какая-то определенная величина плотности почвы, а необходимо соответствие плотности и режима увлажнения. То есть плотность почвы в пахотном слое должна динамично изменяться вслед за изменением ее влажности.

Второй особенностью подавляющего большинства почв Российской Федерации является то, что величина равновесной плотности почвы больше величины оптимальной плотности, обеспечивающей высокую продуктивность растений. И обеспечиваться эта оптимальная плотность должна в слоях ниже уровня заделки семян при посеве, причем «поддерживаться» эта плотность должна непосредственно от посева до фазы развития растений «выход в трубку» [13, 14].

Кроме того, в соответствии с результатами исследований В. Ф. Трушина [15, с. 48–55]: «На гомогенно рыхлых, плотных и оптимальной плотности почвенных слоях высокий урожай не осуществим». Необходимо пахотному слою придавать не только оптимальную плотность. Эта плотность должна быть еще и дифференцирована по глубине обработанного слоя. В дальнейшем это положение было подтверждено как отечественными, так и зарубежными учеными и практиками [15].

Не вдаваясь в тонкости представленных ограничений, следует признать, что все они для регулирования плотности сложения почвы обуславливают необходимость глубокого механического рыхления почвы.

И при таких достаточно жестких начальных ограничениях необходимо разработать ресурсосберегающую технологию, еще и лишенную недостатков технологий первого уровня!

Тем не менее решение у данной задачи есть! При этом необходимо отказаться от обоих принципов формирования технологий первого уровня и практически перейти от применяемой сейчас «горизонтальной» минимизации обработки почвы к минимизации «вертикальной». Практически это будет означать, что не вся площадь поля будет обрабатываться на одинаковую глубину и с одинаковой интенсивностью.

Сделать поле целиком «всепогодным» даже теоретически невозможно. Поэтому было предложено [15, с. 89–105] разделить его на микроучастки, каждый из которых обеспечивал бы максимальную урожайность возделываемой культуры при определенном увлажнении. То есть предлагается компромисс ввиду невозможности компенсировать воздействие погодных условий полностью, обеспечить максимально возможную компенсацию. Взаимовлияние и взаимодействие участков друг с другом позволит повысить адаптивность (а значит и продуктивность) всего поля в целом.

Все злаковые культуры являются культурами-мезофитами, требующими для своего развития достаточно-го количества влаги, с другой стороны, обработка почвы – это всего лишь технологический прием, который не может добавить количества влаги в почву, а служит

для оптимизации среды обитания растений. Поэтому при продолжительной и «глубокой» засухе снижение урожайности неизбежно. Предлагаемое усовершенствование обработки направлено на сглаживание влагообеспеченности растений между периодами выпадения осадков различной интенсивности и их отсутствием.

Практически предлагается в процессе обработки почвы создавать в пахотном слое участки с разной плотностью почвы. Наименее технически сложно формировать рыхлые и плотные участки (рассчитанные соответственно на избыток и недостаток осадков). При этом участки можно размещать в плане в виде мозаики (шахматной доски) или (в упрощенном варианте) формировать из них полосы. Соответственно полоса рыхлая, полоса плотная («стыки» участков, имеющих «переходную плотность» будут обеспечивать оптимальную урожайность в годы со среднесезонным увлажнением).

Размеры участков должны зависеть от региона применения технологии. Чем больше в регионе выпадает осадков, тем больше должна быть суммарная площадь «рыхлых» участков, которая в процентном отношении должна быть не ниже чем количество лет с избытком осадков. При этом размеры единичного участка с уплотненной почвой должны исключать возможность снижения продуктивности растений при повышенном увлажнении [15; 16, с. 25–36]. Более того, если естественная плотность почвы совпадает с необходимой плотностью одного из участков, то возможно дополнительная экономия энергоресурсов при переходе на сочетание «обработанный участок – не обработанный». Например, в Нечерноземной зоне равновесная плотность почвы «благоприятна» для выращивания зерновых в условиях недостатка увлажнения, соответственно обрабатывать (рыхлить) можно только участки, требующие уменьшения плотности. А на южных черноземах с равновесной плотностью 1,0–1,1 г/см³ – участки, плотность которых соответствует необходимой плотности при избытке осадков, можно регулировать (уплотнять, а не рыхлить!) плотность участков, требующих увеличения плотности, практически используя для этого технологию «прямого посева» с созданием уплотненных полос с помощью ходовых систем тракторов.

При применении предлагаемой технологии в регионах с интенсивным выпадением осадков может потребоваться отказаться от участков с мелкой обработкой почвы и тогда она трансформируется в традиционную технологию

на базе вспашки. В случае значительного недостатка осадков нельзя исключать полный отказ от глубокой обработки почвы. В этом случае предлагаемая технология трансформируется в известную технологию «прямого посева». Таким образом, известные технологии первого уровня являются «частным случаем» предлагаемой обработки, когда размеры одного из участков становятся равными «нулю».

Для того чтобы высказанная гипотеза приблизилась к статусу теории, были проведены практические исследования. При предварительных исследованиях установлено влияние размеров различно уплотненных участков на продуктивность яровых зерновых, позволивших сконструировать агрегат с полосным размещением различно уплотненных участков. Сравнительные испытания предлагаемой технологии с традиционными технологиями первого уровня (на базе вспашки и минимальной обработки) проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Прибавка урожайности ячменя при использовании новой технологии составила до 11 % по сравнению с технологией на базе вспашки и до 20 % по сравнению с минимальной обработкой [15], яровой пшеницы – соответственно 15 % и 23 %.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Представленные материалы показывают, что развитие технологий первого уровня происходило в направлении систематического снижения затрат на их реализацию, так как на первое место всегда ставились возможности человека при подготовке производства. За это приходилось «расплачиваться» нестабильностью производства и низкой инвестиционной привлекательностью отрасли. Одновременно дальнейшее увеличение урожайности все чаще ограничивается фактором влияния среды обитания растений. Кроме того, технологии первого поколения не могут быть применены для снижения экономических и агроэкологических рисков, обусловленных неблагоприятными конъюнктурными, технологическими, климатическими и погодными изменениями, так как в них отсутствуют необходимые для этого возможности. То есть они не могут быть применены в том числе и для реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации и концепции ООН перехода к устойчивому сельскому хозяйству. А значит, в обществе уже сформировался социальный заказ на разработку технологии следующего поколения, переход на которую – вопрос времени.

Библиографический список

1. Сафин Х. М., Фахрисламов Л. С., Мударисов А. Ш. [и др.] Агротехнические особенности использования Strip-till технологии в растениеводстве (рекомендации производству). Уфа: Мир печати, 2017. 44 с.
2. Darapuneni M. K., Lauriault L. M., Dodla S. K., Idowu O. J., Grover K., Martinez G., Djaman K., Angadi S. V. Temporal variations in plant and soil characteristics following strip-till manure application // Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 194. DOI: 10.1016/j.still.2019.104350.
3. Strip Till технология – Стрип-Тилл.РФ [Электронный ресурс] // Ньютехагро – поставка сельскохозяйственной техники. URL: https://www.newtechagro.ru/catalog/strip_till_tehnologiya__striptillrf.html (дата обращения: 16.03.2015).
4. Киргинцев Б. О., Кокошин С. Н. Strip-till (Стрип-тилл) как перспективная технология возделывания зерновых культур в Тюменской области // Молодой ученый. 2015. № 6.5. URL <https://moluch.ru/archive/86/16708/> (дата обращения: 26.11.2019).
5. Keller T., Sandin M., Colombi T., Horn R., Or D. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning // Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 194. DOI: 10.1016/j.still.2019.104293.

6. Chamena W. C. T., Moxeyb A. P., Towersc W., Balanac B., Hallettd P. D. Mitigating arable soil compaction: a review and analysis of available cost and benefit data // *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 146. Part A. DOI: 10.1016/j.still.2014.09.011.
7. Кулен А., Куйперс Х. Современная земледельческая механика / Пер. с англ. А. Э. Габриэляна. М.: Агропромиздат, 1986. 349 с.
8. Конищев А. А., Гарифуллин И. И., Конищева Е. Н. Исследование причин, побуждающих к переходу на минимизированные обработки почвы // *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 4 (183). С. 4–11, DOI: 10.32417/article_5cf94af50de060.92269562.
9. Гонова О. В., Малыгин А. А., Лукина В. А. Комплексный анализ кадрового потенциала и оценка социального развития сельских территорий Ивановской области // *Современные наукоемкие технологии (региональное приложение)*. 2018. № 1 (53). С. 25–30.
10. Литвинов С. С., Чутчева Ю. В., Разин А. Ф., Шатилов М. В. Ценовой фактор в производстве свеклы столовой // *Экономика сельского хозяйства России*. 2017. № 4. С. 68–71.
11. Шумаков Ю. Н., Тушканов М. П. Повышение престижа сельскохозяйственного труда – важное условие развития сельского хозяйства // *Экономика сельского хозяйства России*, 2018. № 3. С. 23–27.
12. Бутов А. М. Рынок сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс] // Институт «Центр развития». URL: https://dcenter.hse.ru/data/2016/12/29/1114670197/Рынок_сельскохозяйственных_машин_2016.pdf (дата обращения: 27.09.2019).
13. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А., Конищев А. А., Гарифуллин И. И. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности» почвы с урожайностью зерновых культур // *Агрофизика*. 2017. № 4. С. 16–24.
14. Конищев А. А., Перфильев Н. В., Гарифуллин И. И. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности сложения» с влажностью почвы и урожайностью ячменя // *Агрофизика*. 2019. № 2. С. 25–31. DOI: 10.25695/AGRP.2019.02.04.
15. Конищев А. А. Обработка почвы: вчера; сегодня; завтра. Иваново: Ивановская ГСХА имени академика Д. К. Беляева, 2013. 127 с.
16. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева / Под ред. А. Л. Иванова, В. И. Кирюшина. М.: Издательство МБА, 2019. 136 с.

Об авторах:

Алексей Алексеевич Конищев¹, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
ORCID 0000-0002-9893-6071, AuthorID 609591; aleksei.konishchev2010@yandex.ru

¹ Ивановский филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра, Иваново, Россия

Past and future for tillage for grain crops

A. A. Konishchev¹

¹ Ivanovo branch of the Upper Volga Federal Agricultural Research Center, Ivanovo, Russia

E-mail: aleksei.konishchev2010@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research is to show and explain why it is impossible to eliminate anthropogenic soil compaction and reduce the dependence of crop productivity on the weather conditions of the growing season with the help of first-generation soil cultivation technologies. **Methods.** To achieve this goal, the analysis of the impact of the results of the application of first-generation technologies on the yield of cultivated crops. On the basis of which, with the help Of the theory of solving inventive problems, the laws of creating second-level technologies are developed and the directions of their implementation are determined. **The scientific novelty** lies in the development of a new direction of improving the technology of soil cultivation for crops. **Results.** It is established that the creation of the first generation of technologies took place on the “layer-plane” principle, implemented according to the scheme “deep-less deep-very shallow”. Given that plants for maximum productivity does not need any specific soil density, and requires an optimal combination of density and moisture regime, this led to a chronic predisposition of the first generation technologies to anthropogenic soil compaction and complete dependence of crops on current weather conditions. It is possible to eliminate the specified lacks at transition to technologies of the second level. By abandoning today’s “horizontal” principle of minimizing processing, and moving to minimize the “vertical”, when not all the area of the field will be processed to the same depth and with the same intensity. In practice, this is realized by dividing the entire area of the field into many micro plots, each of which creates a soil density that provides maximum yield under a particular regime of moisture. Mutual influence and addition of sites to each other reduces the overall dependence of crop yield on weather conditions of the growing season. The increase in barley yield is up to 11 % compared to the technology based on plowing and up to 20 % compared to the minimum processing. Spring wheat, respectively: 15 % and 23 %.

Keywords: tillage, plowing, minimum tillage, sequence of operations, effect of tillage on plant productivity, soil density, crop yield, weather conditions

For citation: Konishchev A. A. Proshloye i budushcheye obrabotki pochvy pod zernovyye kul'tury [Past and future for tillage for grain crops] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 21–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-21-27. (In Russian.)

Paper submitted: 22.11.2019.

References

1. Safin Kh. M., Fakhrislamov L. S., Mudarisov A. Sh. [et al.] Agrotekhnicheskiye osobennosti ispol'zovaniya Strip-till tekhnologii v rasteniyevodstve (rekommendatsii proizvodstvu) [Agrotechnical features of the use of Strip-till technology in crop production (recommendations)]. Ufa: Mir pechati, 2017. 44 p. (In Russian.)
2. Darapuneni M. K., Lauriault L. M., Dodla S. K., Idowu O. J., Grover K., Martinez G., Djaman K., Angadi S. V. Temporal variations in plant and soil characteristics following strip-till manure application // Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 194. DOI: 10.1016/j.still.2019.104350.
3. Strip Till tekhnologiya – Strip-Till.RF [Strip Till Technology – Strip Till.RF] [e-resource] // N'yutekhagro – postavka sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. URL: https://www.newtechagro.ru/catalog/strip_till_tekhnologiya__striptillrf.html (appeal date: 16.03.2015). (In Russian.)
4. Kirgintsev B. O., Kokoshin S. N. Strip-till (Strip-till) kak perspektivnaya tekhnologiya vozdeystviya zernovykh kul'tur v Tyumenskoy oblasti [Strip-till as a promising technology of cultivation of grain crops in the Tyumen region] // Molodoy uchenyy. 2015. No. 6.5. URL: <https://moluch.ru/archive/86/16708> (appeal date: 26.11.2019). (In Russian.)
5. Keller T., Sandin M., Colombi T., Horn R., Or D. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning // Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 194. DOI: 10.1016/j.still.2019.104293.
6. Chamena W. C. T., Moxeyb A. P., Towersc W., Balanac B., Hallettd P. D. Mitigating arable soil compaction: a review and analysis of available cost and benefit data // Soil and Tillage Research. 2015. Vol. 146. Part A. DOI: 10.1016/j.still.2014.09.011.
7. Koolen A., Kuipers H. Sovremennaya zemledeleyeskaya mekhanika [Modern agricultural mechanics] / Translated from English by A. E. Gabrielyan. Moscow: Agropromizdat, 1986. 349 p.
8. Konishchev A. A., Garifullin I. I., Konishcheva E. N. Issledovaniye prichin, pobuzhdayushchikh k perekhodu na minimizirovannyye obrabotki pochvy [Research of the reasons inducing to transition to the minimized tillage]. // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 4 (183). Pp. 4–11. DOI: 10.32417/article_5cf94af50de060.92269562. (In Russian.)
9. Gonova O. V., Malygin A. A., Lukina V. A. Kompleksnyy analiz kadrovogo potentsiala i otsenka sotsial'nogo razvitiya sel'skikh territoriy Ivanovskoy oblasti [Comprehensive analysis of human resources and assessment of the social development of rural areas of the Ivanovo region] // Modern High Technologies. Regional Application. 2018. No. 1 (53). Pp. 25–30. (In Russian.)
10. Litvinov S. S., Chutcheva Yu. V., Razin A. F., Shatilov M. V. Tsenovoy faktor v proizvodstve svezkly stolovoy [Price factor in the production of beetroot] // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii. 2017. No. 4. Pp. 68–71. (In Russian.)
11. Shumakov Yu. N., Tushkanov M. P. Povysheniye prestizha sel'skokhozyaystvennogo truda – vazhnoye usloviye razvitiya sel'skogo khozyaystva [Increasing the prestige of agricultural labor – an important condition for the development of agriculture] // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii. 2018. No. 3. Pp. 23–27. (In Russian.)
12. Butov A. M. Rynok sel'skokhozyaystvennykh mashin [Agricultural machinery market] [e-resource] // Centre of Development Institute. URL: https://dcenter.hse.ru/data/2016/12/29/1114670197/Рынок_сельскохозяйственных_машин_2016.pdf (appeal date: 27.09.2019). (In Russian.)
13. Perfil'ev N. V., V'yushina O. A., Konishchev A. A., Garifullin I. I. Issledovaniye vzaimosvyazi "optimal'noy plotnosti" pochvy s urozhaynost'yu zernovykh kul'tur [Study of the relationship of "optimal density" of soil with the yield of grain crops] // Agrophysica. 2017. No. 4. Pp. 16–24. (In Russian.)
14. Konishchev A. A., Perfil'ev N. V., Garifullin I. I. Issledovaniye vzaimosvyazi "optimal'noy plotnosti slozheniya" s vlazhnost'yu pochvy i urozhaynost'yu yachmenya [Study of the relationship of "optimal addition density" with soil moisture and barley yield]. // Agrophysica. 2019. No. 2. Pp. 25–31. DOI: 10.25695/AGRPH.2019.02.04. (In Russian.)
15. Konishchev A. A. Obrabotka pochvy: vchera; segodnya; zavtra. [Tillage: yesterday; today; tomorrow]. – Ivanovo: Ivanovskaya GSKHA imeni akademika D. K. Belyayeva, 2013. 127 p. (In Russian.)
16. Metodicheskiye rekomendatsii po razrabotke minimal'nykh sistem obrabotki pochvy i pryamogo poseva [Guidelines for the development of minimum systems of soil cultivation and direct sowing] / Under the editorship of A. L. Ivanov, V. I. Kiryushin. Moscow: Izdatel'stvo MBA, 2019. 136 p. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksey A. Konishchev¹, candidate of technical sciences, leading researcher,
ORCID 0000-0002-9893-6071, AuthorID 609591; aleksei.konishchev2010@yandex.ru

¹ Ivanovo branch of the Upper Volga Federal Agricultural Research Center, Ivanovo, Russia

Зоны внедрения систем основной обработки почвы под пропашные культуры в условиях Центрального Предкавказья

Ю. А. Кузыченко¹✉

¹ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

✉ E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Аннотация. Цель исследований – установить районы внедрения различающихся по времени применения систем основной обработки почвы под пропашные культуры в различных природно-климатических зонах Ставропольского края. **Методы.** Проведен анализ изменений климатических факторов и площадей пашни под пропашными культурами за 10-летний период с построением графических трендов увеличения площадей пашни под кукурузу и подсолнечник. Определены зоны внедрения полупаровой и зяблевой основной обработки почвы под эти культуры на основании расчетов обобщенного показателя D с учетом выбора определенных критериальных показателей в каждой точке обследований. **Результаты.** Анализ изменения годового количества осадков за последние 10-летние периоды показал, что средняя величина снижения осадков отмечается только в крайне засушливой зоне (1) – 22 мм, при увеличении осадков в засушливой зоне (2) на 24 мм, в зоне неустойчивого увлажнения (3) на 21 мм, а в зоне достаточного увлажнения (4) на 27 мм, что говорит о возможности корректировки времени проведения, а соответственно, и определения зон внедрения полупаровой обработки или обработки по типу улучшенной поздней зяби под пропашные культуры по колосовым предшественникам. Анализ временных рядов площадей под кукурузу на зерно показал достоверное увеличение трендов площадей во 2-й, 3-й и 4-й зонах на 2,9; 6,5 и 5,7 тыс. га соответственно. Значимое увеличение площадей под подсолнечником установлено только во 2-й зоне на 4,0 тыс. га, в 3-е и 4-й зонах отмечается только тенденция увеличения площади. **Научная новизна.** Установлено, что в точках обследований где $D_{\text{факт.}} > 0,93$, рекомендуется основная обработка под занятый пар по системе полупара; если $D_{\text{факт.}}$ в пределах 0,93–0,80, то эффективна основная обработка по типу улучшенной поздней зяби; при $D_{\text{факт.}} < 0,80$ зона не рекомендуется для пропашных культур.

Ключевые слова: почвенно-климатические условия, кукуруза на зерно, подсолнечник, обработка почвы, тренды освоения площадей под культуры, обобщенный показатель, зоны внедрения, Центральное Предкавказье.

Для цитирования: Кузыченко Ю. А. Зоны внедрения систем основной обработки почвы под пропашные культуры в условиях Центрального Предкавказья // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 28–35. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-28-35.

Дата поступления статьи: 30.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Рациональные пути использования природных ресурсов [1, с. 224], дифференциация подходов при определении сроков проведения основной обработки почвы при возделывании пропашных культур по колосовым предшественникам зависят от конкретных природных условий [2, с. 5; 3, с. 28; 4, с. 9; 5, с. 101]. Достаточно серьезное внимание уделяется как частным вопросам, касающимся густоты стояния посевов кукурузы как фактора урожайности [6, с. 10; 7, с. 21], так и вопросам минерального питания растений [8, с. 35; 9, с. 42; 10, с. 232]. В последние годы наряду с рассмотрением вопросов биологизации при возделывании культур [14, с. 3] разрабатываются методы моделирования выбора обработки почвы под пропашные культуры [15, с. 90]. Вместе с тем отмечается неоднозначность мнений о времени проведения основной обработки под пропашные культуры, связанная в основном с условиями увлажнения в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации и зарубежья [7, с. 21; 11, с. 12; 12, с. 1; 13, с. 59].

Цель исследований – выявить определенные районы внедрения систем основной обработки почвы под пропашные культуры по типу полупара или по типу улучшенной поздней зяби на основании комплексного обобщенного показателя D , расчеты которого основаны на выборе определенных почвенных и климатических показателей в различных районах края.

Методология и методы исследования (Methods)

В современных сельскохозяйственных технологиях оценка времени проведения основной обработки под пропашные культуры по типу полупара или улучшенной поздней зяби, обеспечивающая снижение энергетических затрат и повышение плодородия почвы, особенно актуальна. Кроме того, результатом принятия определенного решения является снижение развития деградационных процессов различного характера основных типов почв Ставрополья, провоцирующих снижение плодородия почвы с ухудшением показателей, определяющих генетический тип почв. Поэтому необходимы новые методические подходы в вопросе оценки внедрения систем основной

обработки почвы под пропашные культуры в различных районах Ставропольского края с учетом факторов изменяющихся условий увлажнения в различных почвенно-климатических зонах.

Алгоритм решения задачи исследований заключается в следующем:

1. Проводится анализ освоения площадей под пропашные культуры в различных почвенно-климатических зонах края за 2008–2018 годы с построением графических трендов динамики их изменения.

2. Определяются численные диапазоны значений наиболее объективных показателей с оценкой уровня их желательности d_i для расчетов обобщенного показателя в каждой точке обследования по краю.

3. Методом экспертной оценки определяется весовость показателей k_i с проверкой мнений экспертов по коэффициенту χ^2 .

4. Проводится расчет диапазонов эталонного ($D_{\text{тест.}}$) и фактического ($D_{\text{факт.}}$) обобщенного показателя по точкам обследования для оценки зон внедрения обработки по типу полупара, поздней зяби и зон, не рекомендуемых для обработки под пропашные культуры.

5. Осуществляется группировка показателей ($D_{\text{факт.}}$) с учетом диапазонов эталонного значения D , и на ее основе формируется карта-схема зон с рекомендуемой по времени системой основной обработки под пропашные культуры с наложением на нее административных районов края.

Промежуточные расчеты выполнены по методике, предложенной К. А. Сохт и А. К. Кириченко (1979), с вычислением желательности отдельных показателей и их весовости на основании экспертной оценки.

Таблица 1
Значения показателей при различных уровнях желательности

Показатели	Обозначение	Уровень желательности d		
		0,8	0,63	0,37
		Диапазон показателей		
Годовая сумма осадков, мм	y_1	500–400	400–300	300–200
Запас гумуса ($A + B$), т/га	y_2	390–310	310–230	230–150
Подвижный фосфор (по Мачигину), мг/кг	y_3	45–30	30–15	15–10
Гранулометрический состав (содержание физической глины, %)	y_4	60–45	45–30	30–20
$D_{\text{тест.}}$		> 0,93 полупар	0,93–0,80 поздняя зябь	

Table 1
Values at various levels of desirability

Indicators	Designation	Level of desirability d		
		0.8	0.63	0.37
		Range of indicators		
Annual precipitation, mm	y_1	500–400	400–300	300–200
Humus supply ($A + B$), t/ha	y_2	390–310	310–230	230–150
Mobile phosphorus (according to Machigin), mg/kg	y_3	45–30	30–15	15–10
Granulometric composition (physical clay content, %)	y_4	60–45	45–30	30–20
D_{test}		> 0.93 half pair	0.93–0.8 late chill	

Таблица 2
Изменение годового количества осадков по сельскохозяйственным зонам за десятилетние периоды, мм

Сельскохозяйственные зоны	Годы		Разница, +/-
	1998–2008	2009–2018	
1. Крайне засушливая	420	398	–22,0
2. Засушливая	433	457	+24,0
3. Неустойчивого увлажнения	565	586	+21,0
4. Достаточного увлажнения	570	597	+27,0

Table 2
Change in annual rainfall over agricultural zones over ten-year periods, mm

Agricultural areas	Years		Difference, +/-
	1998–2008	2009–2018	
1. Extremely arid	420	398	–22.0
2. Arid	433	457	+24.0
3. Unstable humidification	565	586	+21.0
4. Sufficient humidification	570	597	+27.0

Для расчетов обобщенного показателя D приняты следующие показатели: годовое количество осадков y_1 (мм), запасы гумуса y_2 (т/га), содержание подвижного фосфора y_3 (мг/кг), гранулометрический состав y_4 (содержание физической глины, %). Необходимо учитывать, что показатели, принятые для расчетов, имеют различный физический смысл и размерность, кроме того, они различаются по весомости и их желательности. Данные для расчетов получены на основании агрохимических и почвенных показателей по точкам обследований и результатов метеонаблюдений в Ставропольском крае.

Оценочная шкала натуральных значений показателей, соответствующих определенному уровню желательности по Харингтону, разработана научными сотрудниками ФГБНУ СНИИСХ (таблица 1) с допущением, что уровень желательности $d = 0,37$ соответствует нижнему пределу удовлетворительного значения показателя.

При этом принимается допущение, что диапазон желательности d с 0,80 до 0,63 соответствует условиям полупаровой обработки под занятый пар, при d с 0,63 до 0,37 – поздней зяблевой обработки, а при $d < 0,37$ – условия, не рекомендуемые для основной обработки под пропашные культуры. Весомость показателей k_i , определяемая методом экспертной оценки, составила по каждому показателю величину, равную: $k_1 = 0,56$ (годовая сумма осадков); $k_2 = 0,19$ (запас гумуса); $k_3 = 0,13$ (подвижный фосфор); $k_4 = 0,06$ (гранулометрический состав).

Обобщенные показатели $D_{\text{тест.}}$ и $D_{\text{факт.}}$ по точкам обследования, рассчитанные на основании различных уровней желательности d_i отдельных натуральных значений, определялись как среднее геометрическое по формуле:

$$D = \sqrt[n]{d_1^{k_1} \cdot d_2^{k_2} \cdot d_3^{k_3} \cdot d_4^{k_4}},$$

где $d_1 \dots d_4$ – уровень желательности 1–4 показателей;

$k_1 \dots k_4$ – весомость (важность) 1–4 показателей;

$n = 4$ – количество показателей.

Результаты (Results)

Анализ изменения годового количества осадков по зонам края за 10-летние периоды с 1998 по 2008 и с 2009 по 2018 годы показал, что среднее годовое снижение количества осадков в крайне засушливой зоне составило 22 мм, в остальных зонах (засушливой, неустойчивого и достаточного увлажнения) увеличение среднего количества осадков составило 24, 21 и 27 мм соответственно, т. е. создаются предпосылки для расширения зон проведения основной обработки под пропашные культуры по типу полупара.

Для анализа динамики изменения площадей, занимаемых кукурузой на зерно с 2008 по 2018 годы, применен метод нелинейных трендов (рис. 1). Установлено, что если в 1-й зоне нет практического увеличения площадей под культуру, то во 2-й зоне среднее увеличение по годам десятилетия составляет 2,9 тыс. га, в 3-й зоне – 6,5 тыс. га, в 4-й зоне – 5,7 тыс. га. Анализ временных рядов площадей под кукурузу на зерно по методике Кокса и Стьюдента показал достоверное увеличение трендов площадей во 2-й, 3-й и 4-й зонах при $z = 1,74 > z_{\text{кр.}} = 1,64$.

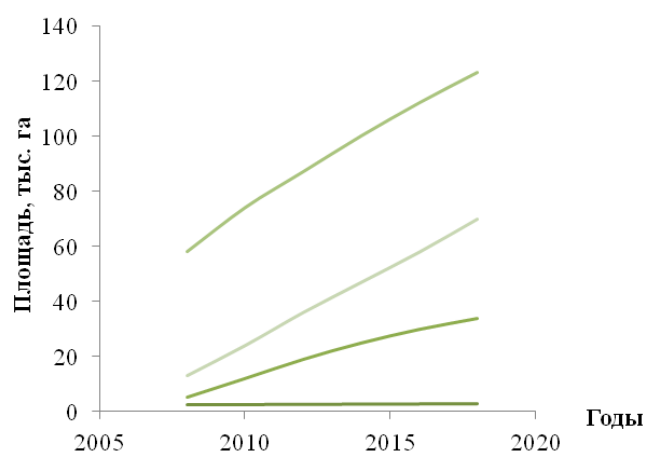


Рис. 1. Графики трендов освоения площадей под кукурузу на зерно по зонам края за 2008–2018 годы

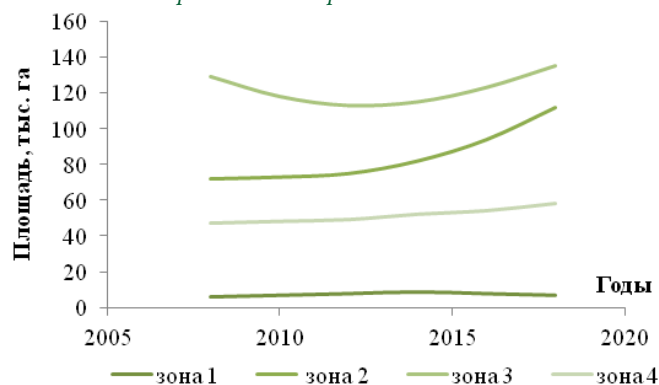


Рис. 2. Графики трендов освоения площадей под подсолнечник по зонам края за 2008–2018 годы

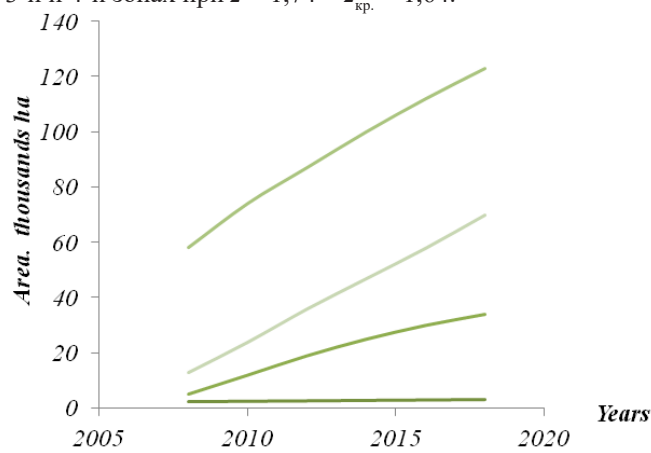


Fig. 1. Graphs of trends in the development of areas for corn for grain in the zones of the region for 2008–2018

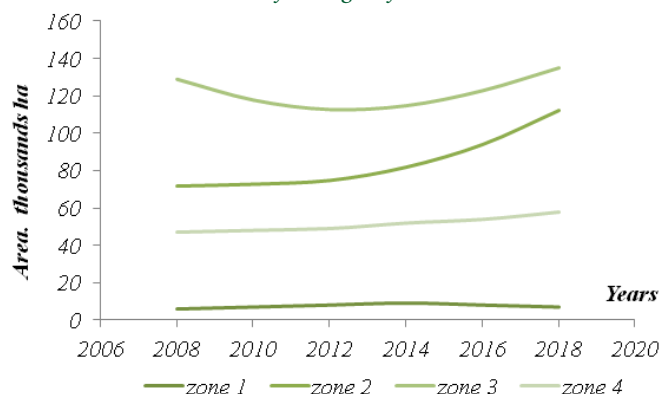


Fig. 2. Graphs of trends in the development of areas for sunflower in the zones of the region for 2008–2018

Таблица 3

Обобщенный показатель $D_{\text{факт.}}$ внедрения систем обработки занятых паров

№ точек обследования территории	y_1/d_1	y_2/d_2	y_3/d_3	y_4/d_4	$D_{\text{факт.}}$
1	410/0,74	170/0,29	28/0,71	29/0,86	0,86
2	450/0,79	140/0,19	21/0,59	43/0,86	0,86
3	390/0,69	74/0,04	28/0,72	21/0,75	0,75
4	390/0,69	82/0,05	26/0,68	23/0,76	0,76
5	450/0,79	140/0,19	21/0,59	43/0,86	0,86
6	640/0,93	483/0,92	30/0,74	67/0,97	0,97
7	450/0,79	140/0,19	21/0,59	43/0,86	0,86
8	440/0,77	165/0,27	22/0,61	33/0,86	0,86
9	400/0,72	155/0,24	26/0,68	35/0,86	0,86
10	490/0,84	220/0,46	17/0,48	49/0,90	0,90
11	370/0,67	185/0,34	23/0,62	32/0,86	0,86
12	475/0,82	215/0,45	23/0,63	39/0,90	0,90
13	510/0,85	320/0,74	21/0,59	47/0,93	0,93
14	460/0,80	230/0,50	30/0,74	40/0,91	0,91
15	520/0,87	390/0,85	22/0,61	43/0,94	0,94
16	535/0,88	430/0,89	18/0,51	61/0,94	0,94
17	530/0,87	350/0,79	18/0,53	48/0,93	0,93
18	575/0,90	370/0,82	19/0,55	62/0,95	0,95
19	580/0,90	430/0,89	19/0,56	62/0,95	0,95
20	540/0,88	360/0,81	17/0,50	50/0,93	0,94
21	610/0,92	380/0,83	23/0,63	47/0,95	0,95
22	540/0,88	360/0,81	18/0,52	53/0,94	0,94
23	550/0,89	240/0,53	19/0,55	47/0,92	0,92
24	530/0,87	380/0,83	25/0,66	48/0,94	0,95
25	490/0,84	390/0,85	18/0,52	60/0,64	0,94
26	530/0,87	410/0,87	30/0,74	48/0,95	0,95

Примечание: y_i – натуральное значение показателей; d_i – уровень желательности показателей.

Table 3

The generalized indicator D_{fact} implementation of busy vapor processing stems

No. of survey points	y_1/d_1	y_2/d_2	y_3/d_3	y_4/d_4	D_{fact}
1	410/0.74	170/0.29	28/0.71	29/0.86	0.86
2	450/0.79	140/0.19	21/0.59	43/0.86	0.86
3	390/0.69	74/0.04	28/0.72	21/0.75	0.75
4	390/0.69	82/0.05	26/0.68	23/0.76	0.76
5	450/0.79	140/0.19	21/0.59	43/0.86	0.86
6	640/0.93	483/0.92	30/0.74	67/0.97	0.97
7	450/0.79	140/0.19	21/0.59	43/0.86	0.86
8	440/0.77	165/0.27	22/0.61	33/0.86	0.86
9	400/0.72	155/0.24	26/0.68	35/0.86	0.86
10	490/0.84	220/0.46	17/0.48	49/0.90	0.90
11	370/0.67	185/0.34	23/0.62	32/0.86	0.86
12	475/0.82	215/0.45	23/0.63	39/0.90	0.90
13	510/0.85	320/0.74	21/0.59	47/0.93	0.93
14	460/0.80	230/0.50	30/0.74	40/0.91	0.91
15	520/0.87	390/0.85	22/0.61	43/0.94	0.94
16	535/0.88	430/0.89	18/0.51	61/0.94	0.94
17	530/0.87	350/0.79	18/0.53	48/0.93	0.93
18	575/0.90	370/0.82	19/0.55	62/0.95	0.95
19	580/0.90	430/0.89	19/0.56	62/0.95	0.95
20	540/0.88	360/0.81	17/0.50	50/0.93	0.94
21	610/0.92	380/0.83	23/0.63	47/0.95	0.95
22	540/0.88	360/0.81	18/0.52	53/0.94	0.94
23	550/0.89	240/0.53	19/0.55	47/0.92	0.92
24	530/0.87	380/0.83	25/0.66	48/0.94	0.95
25	490/0.84	390/0.85	18/0.52	60/0.64	0.94
26	530/0.87	410/0.87	30/0.74	48/0.95	0.95

Note: y_i is the natural value of indicators; d_i is the level of desirability of indicators.

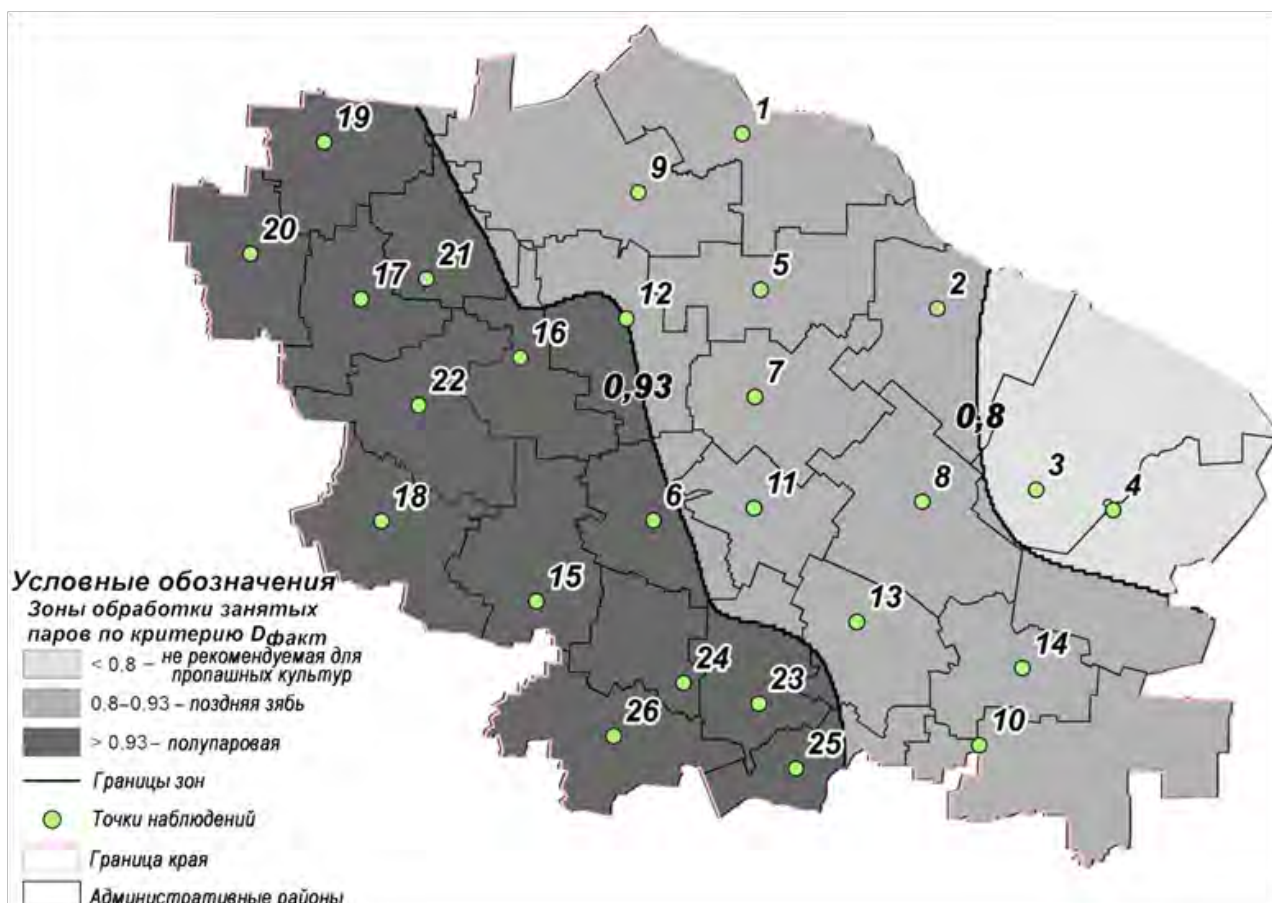


Рис. 3. Карта-схема зон различных систем обработки почвы под пропашные культуры по критерию $D_{\text{факт}}$.

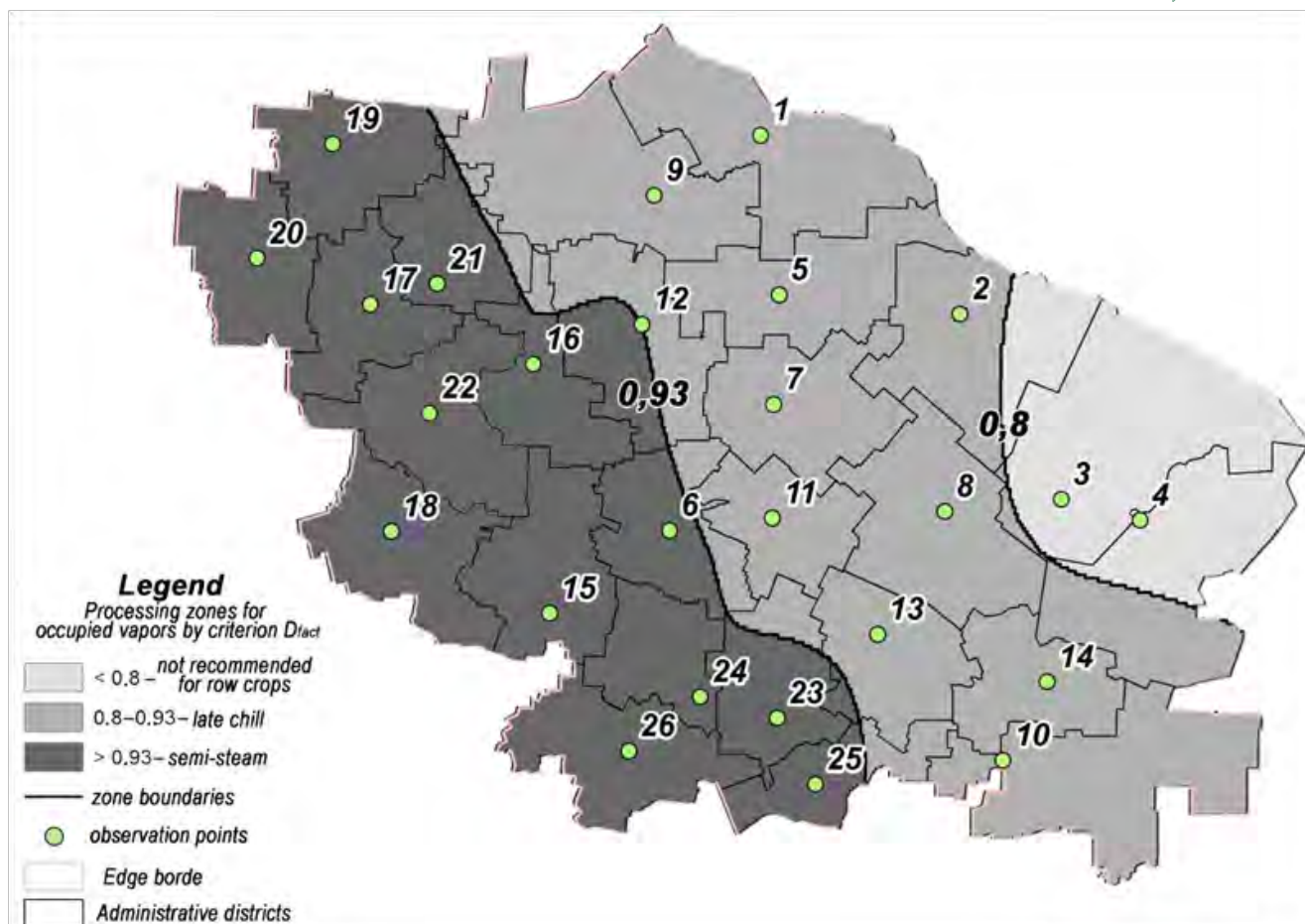


Fig. 3. The map-diagram of the zones of various tillage systems for row crops according to the criterion D_{fact}

Анализ динамики изменения площадей, занимаемых подсолнечником, с применением метода нелинейных трендов (рис. 2) показал, что практическое увеличение площадей под культуру в среднем по годам за десятилетие составляет: во 2-й зоне – 4,0 тыс. га, в 3-й зоне – 0,6 тыс. га, в 4-й зоне – 1,1 тыс. га, однако достоверность увеличения тренда площадей под культурой, рассчитанная по методике Кокса и Стьюдента, установлена только для 2-й зоны (при $z = 1,74 > z_{кр.} = 1,64$), для 3-й и 4-й отмечается только тенденция увеличения площади под подсолнечник.

Как следует из расчетов на основании данных, приведенных в таблице 1, $D_{тест.} > 0,93$ соответствует условиям полупаровой обработки под пропашные культуры, диапазон 0,93–0,80 – улучшенной поздней яблечевой обработке, а $D_{тест.} < 0,80$ – не рекомендуемой зона для возделывания пропашных культур

В таблице 3 приводятся итоговые результаты расчетов обобщенного показателя $D_{факт.}$ по точкам обследования территории края для определения зон внедрения по времени различных систем обработки пропашных культур.

В результате сравнения данных $D_{факт.}$ по точкам обследования, приведенных в таблице 3, с тестовыми значениями $D_{тест.}$ (таблица 1) с использованием метода интерполяции разработана карта-схема рекомендуемых зон основной обработки под пропашные культуры по системе полупара или улучшенной поздней яблечевой с ее наложенных на административные районы края (рис. 3).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Увеличение среднего годового количества осадков за последние десятилетия в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, составляющее 24 и 21 мм соответственно, создает условия для расширения зон проведения основной обработки под пропашные культуры по типу полупара или улучшенной поздней яблечевой. При этом для зоны достаточного увлажнения, традиционно пригодной для возделывания пропашных культур, увеличение количества осадков на 27 мм коренным образом изменяет технологию возделывания культур с переходом на основную обработку почвы по типу полупара.

2. Установлено, что система полупаровой обработки рекомендуется для зон, где в точках обследования $D_{факт.} > 0,93$ при $D_{факт.} = 0,93–0,80$ наиболее эффективна основная обработка по типу улучшенной поздней яблечевой, при $D_{факт.} < 0,80$ зона не рекомендуется для возделывания пропашных культур, поскольку в данных районах принята система «сухого земледелия» с внедрением коротких севооборотов для возделывания озимой пшеницы по чистому пару. Допускается введение в расчеты и других значимых факторов, определяющих обобщенный критерий D , что может в еще большей степени конкретизировать выбор систем основной обработки почвы под пропашные культуры в различных зонах Центрального Предкавказья.

Библиографический список

1. Yasnolob I. O., Chauka T. O., Gorb O. O., Kalashnyk O. V., Konchakovskiy Ye. O., Moroz S. E., Shvedenko P. Yu. Using resource and energy-saving technologies in agricultural production as a direction of raising energy efficiency of rural territories // Ukrainian journal of ecology. 2019. Т. 9. No. 1. Pp. 244–250.
2. Авдеев А. П. Продуктивность пропашных культур в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Ростовской области // Успехи современной науки. 2015. № 5. С. 5–8.
3. Кузыченко Ю. А., Кулинцев В. В., Кобозев А. К. Обобщенная оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 8. С. 28–30.
4. Воронин А. Н., Соловиченко В. Д., Навольнева Е. В., Дмитриенко С. А. Влияние агротехнических факторов на плодородие почвы и урожайность кукурузы на зерно // Кукуруза и сорго. 2015. № 1. С. 9–14.
5. Матирный А. Н., Макаренко А. А., Бардак Н. И. [и др.] Эффективность обработки чернозема выщелоченного на агрофизические показатели и урожайность зерна кукурузы в Центральной зоне Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2018. Вып. 5. С. 101–106.
6. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Влияние систем основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур звена полевого севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 10–13.
7. Навальцев В. В., Никитин В. В., Соловиченко В. Д. Эффективность способов обработки и уровней удобрений на продуктивность кукурузы на зерно в Центрально-Черноземном регионе // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1 (43). Ч. 3. С. 21–24.
8. Маслиев С. В. Урожайность и качество сахарной кукурузы в зависимости от предшественников, способов обработки почвы и сроков сева // Вестник Курской ГСХА. 2015. № 2. С. 35–37.
9. Кохан А. В., Самойленко Е. А. Обработка почвы в агротехнологии подсолнечника // Вестник Прикаспия. 2017. № 3 (18). С. 42–47.
10. Власова О. И., Смакуев А. Д., Трубачева Л. В. Влияние приемов основной обработки почвы на эффективность возделывания гибридов кукурузы в условиях Карачаево-Черкесской Республики // Земледелие. 2019. № 7. С. 32–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10708.
11. Фомин В. Н., Нафиков М. М., Медведев В. В., Якимов Д. В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на динамику влажности почвы, водопотребление и урожайность кукурузы при выращивании на силос // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 12. С. 12–16.
12. Sweeney D. W. Tillage, Seeding rate, and fertilizer placement for corn grown in claypan soil under low-yielding conditions // Crop forage & turfgrass management. 2016. Т. 2. No. 1. Pp. 1–7.
13. Cociu A. I., Alionte E. Effect of different tillage systems on grain yield and its quality of winter wheat, maize and soybean under different weather conditions // Romanian Agricultural Research. 2017. No. 34. Pp. 59–67.

14. Зеленский Н. А., Зеленская Г. М., Абрамов А. А. Приемы биологизации при возделывании кукурузы на светло-серых лесных почвах Нижегородской области // Земледелие. 2019. № 8. С. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10801.
15. Canales E., Bergtold J. S., Williams J. R. Modeling the Choice of Tillage Used for Dryland Corn, Wheat and Soybean Production by Farmers in Kansas // Agricultural and resource economics review. 2018. Т. 47. No. 1. Pp. 90–117.

Об авторах:

Юрий Алексеевич Кузыченко¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории обработки почвы, ORCID 0000-0002-6394-2447, AuthorID 298917; +7 909 767-73-13, smc.yuka@yandex.ru

¹ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Zones of introduction of main soil treatment systems for row crops in the conditions of the Central Pre-Caucasus

Yu. A. Kuzychenko¹

¹ North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

[✉]E-mail: smc.yuka@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research is to establish the areas of implementation, varying in time of application, of the primary tillage systems for row crops in various climatic zones of the Stavropol Territory. **Methods.** The analysis of changes in climatic factors and arable land under row crops over a 10-year period with the construction of graphical trends in increasing the area of arable land for corn and sunflower is carried out. Zones for the introduction of semi-steam and chaffinch main tillage for these crops were determined on the basis of calculations of the generalized indicator D, taking into account the choice of certain criteria indicators at each point of the survey. **Results.** Analysis of changes in the annual precipitation over the last 10 summer periods showed that the average decrease in precipitation is observed only in the extremely arid zone (1) – 22 mm, with an increase in precipitation in the arid zone (2) by 24 mm, in the zone of unstable moisture (3) by 21 mm, and in the zone of sufficient moisture (4) by 27 mm, which indicates the possibility of adjusting the time and, accordingly, determining the zones for introducing a semi-steam treatment or processing according to the type of improved late fallow for row crops according to spike crops. Analysis of the time series of areas for corn for grain showed a significant increase in area trends in the 2nd, 3rd and 4th zones by 2.9; 6.5 and 5.7 thousand ha, respectively. A significant increase in the area under sunflower was established only in the 2nd zone on 4.0 thousand ha, in the 3rd and 4th zones only a tendency to increase the area is noted. **The scientific novelty.** It is established that at the points of examination where $D_{fact.} > 0.93$ recommended main processing for occupied steam according to the half-pair system, if $D_{fact.}$ in the range of 0.93–0.80, then the main processing of the type of improved late fallow is effective, with $D_{fact.} < 0.80$ – the area is not recommended for row crops.

Keywords: soil-climatic conditions, corn for grain, sunflower, soil treatment, trends of development of areas for crops, generalized indicator, zones of introduction, Central Pre-Caucasus.

For citation: Kuzychenko Yu. A. Zony vnedreniya sistem osnovnoy obrabotki pochvy pod propashnye kul'tury v usloviyakh Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Zones of introduction of main soil treatment systems for row crops in the conditions of the Central Pre-Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 28–35. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-28-35. (In Russian.)

Paper submitted: 30.01.2020.

References

1. Yasnolob I. O., Chauka T. O., Gorb O. O., Kalashnyk O. V., Konchakovskiy Ye. O., Moroz S. E., Shvedenko P. Yu. Using resource and energy-saving technologies in agricultural production as a direction of raising energy efficiency of rural territories // Ukrainian journal of ecology. 2019. Т. 9. No. 1. Pp. 244–250.
2. Avdeenko A. P. Produktivnost' propashnykh kul'tur v zavisimosti ot elementov tekhnologii vozdel'yvaniya v usloviyakh Rostovskoy oblasti [Productivity of row crops depending on elements of cultivation technology in the conditions of the Rostov region] // Modern science success. 2015. No. 5. Pp. 5–8. (In Russian.)
3. Kuzychenko Yu. A., Kulintsev V. V., Kobozev A. K. Obobshchennaya otsenka differentsiatsii sistem osnovnoy obrabotki pochvy pod kul'tury sevooborota [A generalized assessment of the differentiation of primary tillage systems for crop rotation crops] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. Т. 31. No. 8. Pp. 28–30. (In Russian.)
4. Voronin A. N., Solovichenko V. D., Navol'neva E. V., Dmitrienko S. A. Vliyaniye agrotekhnicheskikh faktorov na plodorodie pochvy i urozhaynost' kukuruzy na zerno [Influence of agrotechnical factors on soil fertility and corn productivity on grain] // Kukuruza i sorgo. 2015. No. 1. Pp. 9–14. (In Russian.)
5. Matirnyy A. N., Makarenko A. A., Bardak N. I. [et al.] Effektivnost' obrabotki chernozema vyshchelochennogo na agrofizicheskie pokazateli i urozhaynost' zerna kukuruzy v Tsentral'noy zone Krasnodarskogo kraya [Efficiency of processing

leached chernozem on agrophysical indices and corn grain productivity in the Central zone of the Krasnodar Territory] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar, 2018. Iss. 5. Pp. 101–106. (In Russian.)

6. Akhmetzyanov M. R., Talanov I. P. Vliyanie sistem osnovnoy obrabotki pochvy i fonov pitaniya na produktivnost' kul'tur zvena polevogo sevooborota [The influence of primary tillage systems and nutritional backgrounds on the productivity of field crop rotation link crops] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. No. 5. Pp. 10–13. (In Russian.)

7. Navaltsev V. V., Nikitin V. V., Solovichenko V. D. Effektivnost' sposobov obrabotki i urovney udobrennosti na produktivnost' kukuruzy na zerno v Tsentral'no-Chernozemnom regione [The effectiveness of processing methods and fertilizer levels for the productivity of corn for grain in the Central Black Earth Region] // International Research Journal. 2016. No. 1 (43). Part 3. Pp. 21–24. (In Russian.)

8. Masliyev S. V. Urozhaynost' i kachestvo sakharnoy kukuruzy v zavisimosti ot predshestvennikov, sposobov obrabotki pochvy i srokov seva [Productivity and quality of sweet corn depending on predecessors, methods of tillage and sowing dates] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2015. No. 2. Pp. 35–37. (In Russian.)

9. Kokhan A. V., Samoilenko E. A. Obrabotka pochvy v agrotekhnologii podsolnechnika [Soil cultivation in agrotechnology of sunflower] // Vestnik Prikaspiya. 2017. No. 3 (18). Pp. 42–47. (In Russian.)

10. Vlasova O. I., Smakuev A. D., Trubacheva L. V. Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy na effektivnost' vozdevlyaniya gibridov kukuruzy v usloviyakh Karachaevo-Cherkesskoy Respubliki [The influence of the main tillage methods on the efficiency of cultivation of maize hybrids in the conditions of the Karachay-Cherkess Republic] // Zemledelie. 2019. No. 7. Pp. 32–34. DOI: 10.24411 / 0044-3913-2019-10708. (In Russian.)

11. Fomin V. N., Nafikov M. M., Medvedev V. V., Yakimov D. V. Vliyanie sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i udobreniy na dinamiku vlazhnosti pochvy, vodopotreblenie i urozhaynost' kukuruzy pri vyrashchivanii na silos [The influence of the main tillage and fertilizer methods on the dynamics of soil moisture, water consumption and yield of corn when growing on silage] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. No. 12. Pp. 12–16. (In Russian.)

12. Sweeney D. W. Tillage, Seeding rate, and fertilizer placement for corn grown in claypan soil under low-yielding conditions // Crop forage & turfgrass management. 2016. T. 2. No. 1. Pp. 1–7.

13. Cociu A. I., Alionte E. Effect of different tillage systems on grain yield and its quality of winter wheat, maize and soybean under different weather conditions // Romanian Agricultural Research. 2017. No. 34. Pp. 59–67.

14. Zelenskiy N. A., Zelenskaya G. M., Abramov A. A. Priemy biologizatsii pri vozdevlyanii kukuruzy na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Nizhegorodskoy oblasti [Methods of biologization during the cultivation of corn on light gray forest soils of the Nizhny Novgorod region] // Zemledelie. 2019. No. 8. Pp. 3–5. DOI: 10.24411 / 0044-3913-2019-10801. (In Russian.)

15. Canales E., Bergtold J. S., Williams J. R. Modeling the Choice of Tillage Used for Dryland Corn, Wheat and Soybean Production by Farmers in Kansas // Agricultural and resource economics review. 2018. T. 47. No. 1. Pp. 90–117.

Authors' information:

Yuriy A. Kuzychenko¹, doctor of agricultural sciences, associate professor, chief scientific officer of the soil treatment laboratory, ORCID 0000-0002-6394-2447, AuthorID 298917; +7 909 767-73-13, smc.yuka@yandex.ru

¹ North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

Эффективный метод управления продукционным процессом винограда с использованием некорневого питания в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия

Е. В. Полухина¹, М. В. Власенко^{2✉}

¹ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, Солёное Займище, Россия

² Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

✉ E-mail: vlasencomarina@mail.ru

Аннотация. Научная новизна и практическая значимость. Направление исследований является актуальным в связи с тем, что в виноградарстве применение новых водорастворимых комплексных удобрений в хелатной форме из-за недостаточной изученности не распространено. В связи с этим возникла необходимость в определении их влияния на основные процессы жизнедеятельности виноградных растений в засушливых условиях. **Цель исследований** – выявление влияния некорневого питания удобрениями «Плантафол» и «Бороплюс» на хозяйственно-ценные показатели винограда в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия при орошении. **Методы.** Опыт – двухфакторный. Фактор А – сорта: Кодрянка (раннеспелый), Ризамат (среднеспелый), Московский (позднеспелый). Фактор В: I вариант – контроль (обработка водой); II вариант – Плантафол; III вариант – Бороплюс; IV вариант – «Плантафол» + «Бороплюс». Закладку опыта и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова. Учеты и наблюдения проводили по методике М. А. Лазаревского. Массовую долю сахаров и титруемой кислотности в соке ягод находили по методике биохимического исследования растений А. И. Ермакова. Содержания витамина С в ягодах винограда определяли по методическим указаниям определения качества растительной продукции. **Результаты.** Максимальную прибавку урожая у всех сортов обеспечило совместное применение удобрений «Плантафол» и «Бороплюс». У сорта Кодрянка – 6,6 т/га к контролю. У сорта Ризамат – 6,7 т/га к контролю. Некорневые подкормки способствовали значительному увеличению массовой доли сахаров у всех сортов. Применение «Бороплюса» в чистом виде и совместно с «Плантафолом» положительно повлияло на содержание витамина С в ягодах. Сахарокислотный индекс сортов Ризамат (29,8) и Московский (28,1) имел оптимальные значения на варианте без использования удобрений, а сорта Кодрянка (25,3) – на варианте с совместным их применением.

Ключевые слова: виноград, некорневое питание, Плантафол, Бороплюс, урожайность, сахарокислотный индекс.

Для цитирования: Полухина Е. В., Власенко М. В. Эффективный метод управления продукционным процессом винограда с использованием некорневого питания в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 36–44. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-36-44.

Дата поступления статьи: 20.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Отрасль виноградарства является высокодоходной и имеет важное народнохозяйственное значение для южных регионов России [1, с. 76]. Территория Северо-Западного Прикаспия характеризуется значительным количеством тепла и света, достаточным для формирования высоких урожаев сортов винограда, рекомендованных к выращиванию в регионе [2, с. 17]. Но в связи с низким естественным плодородием почв с целью повышения урожайности винограда необходимо использовать новые приемы минерального питания, в том числе некорневые подкормки водными растворами комплексных удобрений, которые способны обеспечить быстрое пополнение растения макро- и микроэлементами [3, с. 67; 4, с. 36]. Некорневые подкормки необходимы на определенных стадиях роста, когда наблюдается высокая потребность в питательных веществах у растений, а также в случаях,

когда корневая система не может использовать элементы питания из почвы. Применение удобрений в засушливых условиях эффективно и необходимо для интенсификации отрасли виноградарства [5, с. 1; 6, с. 610; 7, с. 37], так как отсутствие или недостаток одного или нескольких макро- и микроэлементов отражается на формировании генеративных органов, в итоге – на продуктивности растений [8, с. 19; 9, с. 11; 10, с. 52; 11, с. 40; 12, с. 320; 13, с. 100; 14, с. 94; 15, с. 67].

Цель исследований – установление влияния некорневого питания удобрениями «Плантафол» и «Бороплюс» на хозяйственно-ценные показатели винограда при орошении в условиях Северо-Западного Прикаспия.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на светло-каштановых почвах (виноградник ФГБНУ «ПАФНЦ РАН») в 2015–2019 гг. Опыт заложен по методу «делянка – куст» с

рендомизированным расположением по схеме 4,0×2,0 м (1250 шт/га) на площади 0,3 га. Культура винограда выращивается при поливе 5–9 раз за вегетацию нормой 600,0–800,0 м³/га. Каждый год перед укрыванием винограда на зиму проводился полив (1000 м³/га). Рассматривались 3 районированных сорта (фактор А): ране-, средне и позднеспелый (Кодрянка, Ризамат, Московский соответственно) и 3 варианта обработки в трехкратной повторности (фактор В): удобрениями «Плантафол», «Бороплюс» и совместное применение «Плантафол + Бороплюс». За контроль взята обработка водой. Сроки проведения подкормок представлены в таблице 1.

Некорневые подкормки проводили на фоне полного минерального питания азофоской N₁₆P₁₆K₁₆, которая вносилась 2 раза в течение вегетации (100 кг/га на одну подкормку). Удобрения применяли в виде водных растворов с концентрацией: «Плантафол» – 0,3 %, «Бороплюс» – 0,1 %. «Бороплюс» содержит бор в органической форме, снижает риск фитотоксичности, позволяет улучшать формирование плодов и предотвращать горошение ягод. «Плантафол» на всех стадиях развития растений обеспечивает потребность в различных элементах, повышает урожайность и качество продукции.

Таблица 1

Сроки проведения некорневых подкормок удобрениями нового поколения по фазам развития винограда

№	Вариант	Фаза применения	Удобрение	Норма, (кг, л/га)
1	Контроль	Перед цветением	–	–
		Начало цветения		
		Образование ягод		
		Начало созревания		
		За 15–20 суток до уборки		
2	«Плантафол»	Перед цветением	«Плантафол» 30:10:10	3,0
		Начало цветения	«Плантафол» 10:54:10	3,0
		Образование ягод	«Плантафол» 20:20:20	3,0
		Начало созревания	«Плантафол» 5:15:45	3,0
		За 15–20 суток до уборки	«Плантафол» 5:15:45	3,0
3	«Бороплюс»	Начало цветения	«Бороплюс»	1,0
		Образование ягод	«Бороплюс»	1,0
4	«Плантафол» + «Бороплюс»	Перед цветением	«Плантафол» 30:10:10	3,0
		Начало цветения	«Бороплюс»	1,0
			«Плантафол» 10:54:10	2,5
		Образование ягод	«Бороплюс»	1,0
			«Плантафол» 20:20:20	3,0
		Начало созревания	«Плантафол» 5:15:45	3,0
		За 15–20 суток до уборки	«Плантафол» 5:15:45	3,0

Table 1

Dates of non-root top dressing with new generation fertilizers by grape development phases

No.	Option	Application phase	Fertilizer	Norm, (kg, l/ha)
1	Control	Before flowering	–	–
		The beginning of flowering		
		Berry formation		
		Ripening start		
		15–20 days before cleaning		
2	“Plantafol”	Before flowering	“Plantafol” 30:10:10	3.0
		The beginning of flowering	“Plantafol” 10:54:10	3.0
		Berry formation	“Plantafol” 20:20:20	3.0
		Ripening start	“Plantafol” 5:15:45	3.0
		15–20 days before cleaning	“Plantafol” 5:15:45	3.0
3	“Boroplus”	The beginning of flowering	“Boroplus”	1.0
		Berry formation	“Boroplus”	1.0
4	“Plantafol” + “Boroplus”	Before flowering	“Plantafol” 30:10:10	3.0
		The beginning of flowering	“Boroplus”	1.0
			“Plantafol” 10:54:10	2.5
		Berry formation	“Boroplus”	1.0
		Ripening start	“Plantafol” 20:20:20	3.0
			“Plantafol” 5:15:45	3.0
		15–20 days before cleaning	“Plantafol” 5:15:45	3.0

Таблица 2
Влияние некорневого питания на урожайность сортов винограда, 2015–2019 гг.

	Урожайность, т/га															НСР ₀₅ А	НСР ₀₅ В	НСР ₀₅ АВ
	Контроль	«Плантафол»	«Бороплюс»	«Плантафол» + «Бороплюс»	Среднее	Контроль	«Плантафол»	«Бороплюс»	«Плантафол» + «Бороплюс»	Среднее	Контроль	«Плантафол»	«Бороплюс»	«Плантафол» + «Бороплюс»	Среднее			
Кодрянка						Ризамат					Московский							
2015 г.	9,0	10,3	17,1	18,7	13,8	9,8	15,9	19,9	20,6	16,6	8,5	12,0	17,9	19,6	14,5	0,7	0,7	0,7
2016 г.	6,8	10,4	12,2	16,5	11,5	6,6	12,6	14,0	18,0	12,8	8,0	11,7	13,0	16,4	12,3	0,6	0,7	0,6
2017 г.	10,1	12,2	15,1	19,8	14,3	7,6	9,6	15,8	16,9	12,5	9,9	15,9	16,2	17,4	14,9	0,7	0,6	0,7
2018 г.	12,2	15,2	10,4	17,2	13,8	11,0	8,6	7,5	10,5	9,4	10,9	33,0	21,7	36,3	25,5	1,3	0,5	0,7
2019 г.	10,9	12,4	13,3	9,8	11,6	14,1	18,6	17,2	16,4	16,6	10,0	11,8	13,2	8,6	10,9	0,6	0,9	0,7
В среднем за 5 лет	9,8	12,1	13,6	16,4	13,0	9,8	13,1	14,9	16,5	13,6	9,5	16,9	16,4	19,7	15,6			
± к контролю, т/га	–	+2,3	+3,8	+6,6	–	–	+3,3	+5,1	+6,7	–	–	+7,4	+6,9	+10,2				
± к контролю, %	–	+23,5	+38,8	+67,3	–	–	+33,7	+52,0	+68,4	–	–	+77,9	+38,9	+107,4				

Table 2
The influence of foliar nutrition on the yield of grape varieties, 2015–2019

Вариант	Productivity, tons per 1 hectare															HCP ₀₅ A	HCP ₀₅ B	HCP ₀₅ AB
	“Control”	“Plantafol”	“Boroplus”	“Plantafol” + “Boroplus”	“Average”	“Control”	“Plantafol”	“Boroplus”	“Plantafol” + “Boroplus”	“Average”	“Control”	“Plantafol”	“Boroplus”	“Plantafol” + “Boroplus”	Average			
Kodryanka					Rizamat					Moskovskiy								
2015 г.	9.0	10.3	17.1	18.7	13.8	9.8	15.9	19.9	20.6	16.6	8.5	12.0	17.9	19.6	14.5	0.7	0.7	0.7
2016 г.	6.8	10.4	12.2	16.5	11.5	6.6	12.6	14.0	18.0	12.8	8.0	11.7	13.0	16.4	12.3	0.6	0.7	0.6
2017 г.	10.1	12.2	15.1	19.8	14.3	7.6	9.6	15.8	16.9	12.5	9.9	15.9	16.2	17.4	14.9	0.7	0.6	0.7
2018 г.	12.2	15.2	10.4	17.2	13.8	11.0	8.6	7.5	10.5	9.4	10.9	33.0	21.7	36.3	25.5	1.3	0.5	0.7
2019 г.	10.9	12.4	13.3	9.8	11.6	14.1	18.6	17.2	16.4	16.6	10.0	11.8	13.2	8.6	10.9	0.6	0.9	0.7
5 years on average	9.8	12.1	13.6	16.4	13.0	9.8	13.1	14.9	16.5	13.6	9.5	16.9	16.4	19.7	15.6			
± to control, tons per 1 hectare	–	+2.3	+3.8	+6.6	–	–	+3.3	+5.1	+6.7	–	–	+7.4	+6.9	+10.2				
± to control, %	–	+23.5	+38.8	+67.3	–	–	+33.7	+52.0	+68.4	–	–	+77.9	+38.9	+107.4				

Закладку опыта и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова. Учеты и наблюдения осуществляли по методике М. А. Лазаревского. Массовую долю сахаров и титруемой кислотности в соке ягод находили по методике биохимического исследования растений А. И. Ермакова. Содержания витамина С в ягодах винограда определяли по методическим указаниям определения качества растительной продукции.

Результаты (Results)

Установлено, что некорневые подкормки макро- и микроэлементами значительно повышали урожайность винограда. Проведенный дисперсионный анализ выявил влияние сорта (фактор А), которое проявлялось каждый

год из пяти лет исследований. В 2015 г. при НСР₀₅ по фактору А = 0,7 т/га преимущество по урожайности среди сортов имел сорт Ризамат. Средняя урожайность по вариантам опыта составила 16,6 т/га. Несколько уступал ему по урожайности сорт Московский – 14,5 т/га. У сорта Кодрянка урожайность была минимальной – 13,8 т/га. В следующие годы данная тенденция сохранилась. В 2016 г. урожайность сортов Ризамат и Московский была 12,8 и 12,3 т/га соответственно, минимальная урожайность отмечена у сорта Кодрянка – 11,5 т/га. НСР₀₅ по фактору А составил 0,6 т/га. В 2017 г. урожайность сорта Московский была выше по сравнению с предыдущим годом, наибольшее значение в опыте – 14,9 т/га. Сорт Ризамат с

Таблица 3

Элементы структуры урожая винограда, среднее за 2015–2019 гг.

Вариант	Количество ягод в грозди		Средняя масса грозди		Горошистых ягод	
	Штук	± к контролю, %	Граммов	± к контролю, %	Штук	± к контролю, %
Кодрянка						
Контроль	88,3	–	366,3	–	18,3	–
«Плантафол» (П)	94,0	+6,5	379,9	+3,7	16,1	–12,0
«Бороплюс» (Б)	121,9	+38,1	508,9	+38,9	11,9	–35,0
«Плантафол» + «Бороплюс»	144,1	+63,2	597,7	+63,2	9,4	–48,6
Ризамат						
Контроль	91,3	–	529,3	–	23,6	–
Плантафол (П)	102,3	+12,0	641,7	+21,2	38,0	+61,0
Бороплюс (Б)	123,3	+35,0	757,1	+43,0	7,8	–66,9
«Плантафол» + «Бороплюс»	127,9	+40,1	715,8	+35,2	13,5	–42,8
Московский						
Контроль	93,8	–	487,0	–	7,2	–
Плантафол (П)	97,7	+4,2	533,2	+9,5	7,9	+9,7
Бороплюс (Б)	103,2	+10,0	593,7	+21,9	4,6	–36,1
«Плантафол» + «Бороплюс»	113,9	+21,4	649,0	+33,3	5,3	–26,4

Table 3

Elements of the structure of the grape harvest, average for 2015–2019

Option	The number of berries in a bunch		The average mass of the bunch		Small berries	
	Pieces	± to control, %	Grams	± to control, %	Pieces	± to control, %
Kodryanka						
Control	88.3	–	366.3	–	18.3	–
“Plantafol” (P)	94.0	+6.5	379.9	+3.7	16.1	–12.0
“Boroplus” (B)	121.9	+38.1	508.9	+38.9	11.9	–35.0
“Plantafol” + “Boroplus”	144.1	+63.2	597.7	+63.2	9.4	–48.6
Rizamat						
Control	91.3	–	529.3	–	23.6	–
“Plantafol” (P)	102.3	+12.0	641.7	+21.2	38.0	+61.0
“Boroplus” (B)	123.3	+35.0	757.1	+43.0	7.8	–66.9
“Plantafol” + “Boroplus”	127.9	+40.1	715.8	+35.2	13.5	–42.8
Moskovskiy						
Control	93.8	–	487.0	–	7.2	–
“Plantafol” (P)	97.7	+4.2	533.2	+9.5	7.9	+9.7
“Boroplus” (B)	103.2	+10.0	593.7	+21.9	4.6	–36.1
“Plantafol” + “Boroplus”	113.9	+21.4	649.0	+33.3	5.3	–26.4

урожаем 12,5 т/га уступил сортам Кодрянка и Московский при НСР₀₅ по фактору А = 0,7 т/га. Максимальная урожайность в опыте за весь период исследований получена в 2018 г. у сорта Московский – 25,5 т/га. Урожайность сорта Ризамат была минимальной за все время проведения учетов – 9,4 т/га. В текущем году преимущество по фактору А при НСР₀₅ = 0,6 имел сорт Ризамат при средней урожайности 16,6 т/га.

Действие фактора В проявилось в получении значительных прибавок урожайности у всех сортов в опытных вариантах по сравнению с контрольными. В 2015 г. статисти-

чески доказано превышение урожайности на вариантах с применением некорневого питания над контролем: при НСР₀₅ по фактору В = 0,7 т/га прибавка урожайности составила от 3,6 до 10,5 т/га. Положительный эффект от совместного применения удобрений некорневого действия, который был отмечен в повышении устойчивости винограда к оидиуму, отмечен в 2016 г. (+9,9 т/га к контролю при НСР₀₅ по фактору В = 0,7 т/га). Существенный эффект от применения некорневого питания был получен в 2017 г. на варианте совместного применения удобрений (+8,8 т/га к контролю при НСР₀₅ по фактору В = 0,6 т/га).

Таблица 4

Биохимический состав ягод винограда под действием некорневого питания, среднее за 2015–2019 гг.

№	Вариант	Массовая доля, %										СКИ*
		Нерастворимых сухих веществ	± к контролю	Растворимых сухих веществ	± к контролю	Сахаров	± к контролю	Кислот	± к контролю	Витамина С	± к контролю	
Кодрянка												
1	Контроль	9,0	–	13,4	–	10,2	–	0,54	–	33,0	–	18,9
2	«Плантафол»	4,7	–4,3	14,8	+1,4	12,4	+2,2	0,54	0,00	28,6	–4,4	23,0
3	«Бороплюс»	5,9	–3,1	18,8	+5,4	14,6	+4,4	0,40	–0,14	44,0	+11,0	36,5
4	«Плантафол» + «Бороплюс»	5,0	–4,0	15,7	+2,3	12,9	+2,7	0,51	–0,03	35,2	+2,2	25,3
Ризамат												
1	Контроль	3,9	–	15,9	–	11,9	–	0,40	–	30,1	–	29,8
2	«Плантафол»	4,1	+0,2	15,0	–0,9	14,7	+2,8	0,33	–0,07	26,4	–3,7	44,5
3	«Бороплюс»	5,0	+1,1	19,1	+3,2	15,5	+3,6	0,35	–0,05	26,4	–3,7	44,3
4	«Плантафол» + «Бороплюс»	4,2	+0,3	18,5	+2,6	16,2	+4,3	0,35	–0,05	26,4	–3,7	46,3
Московский												
1	Контроль	4,0	–	15,7	–	13,5	–	0,48	–	14,0	–	28,1
2	«Плантафол»	4,3	+0,3	15,2	–0,5	15,9	+2,4	0,44	–0,04	16,8	+2,8	36,1
3	«Бороплюс»	4,7	+0,7	18,5	+2,8	15,2	+1,7	0,82	+0,34	19,6	+5,6	18,5
4	«Плантафол» + «Бороплюс»	4,4	+0,4	13,8	–1,9	14,3	+0,8	0,59	+0,11	22,4	+8,4	24,2

* СКИ – сахарокислотный индекс.

Table 4

The biochemical composition of grapes under the influence of foliar nutrition, the average for 2015–2019

No.	Option	Mass fraction, %										Sugar acid index
		Insoluble sol-ids	± to control	Soluble solids	± to control	Sugar	± to control	Acid	± to control	Vitamin C	± to control	
Kodryanka												
1	Control	9.0	—	13.4	—	10.2	—	0.54	—	33.0	—	18.9
2	“Plantafol”	4.7	−4.3	14.8	+1.4	12.4	+2.2	0.54	0.00	28.6	−4.4	23.0
3	“Boroplus”	5.9	−3.1	18.8	+5.4	14.6	+4.4	0.40	−0.14	44.0	+11.0	36.5
4	“Plantafol” + “Boroplus”	5.0	−4.0	15.7	+2.3	12.9	+2.7	0.51	−0.03	35.2	+2.2	25.3
Rizamat												
1	Control	3.9	—	15.9	—	11.9	—	0.40	—	30.1	—	29.8
2	“Plantafol”	4.1	+0.2	15.0	−0.9	14.7	+2.8	0.33	−0.07	26.4	−3.7	44.5
3	“Boroplus”	5.0	+1.1	19.1	+3.2	15.5	+3.6	0.35	−0.05	26.4	−3.7	44.3
4	“Plantafol” + “Boroplus”	4.2	+0.3	18.5	+2.6	16.2	+4.3	0.35	−0.05	26.4	−3.7	46.3
Moskovskiy												
1	Control	4.0	—	15.7	—	13.5	—	0.48	—	14.0	—	28.1
2	“Plantafol”	4.3	+0.3	15.2	−0.5	15.9	+2.4	0.44	−0.04	16.8	+2.8	36.1
3	“Boroplus”	4.7	+0.7	18.5	+2.8	15.2	+1.7	0.82	+0.34	19.6	+5.6	18.5
4	“Plantafol” + “Boroplus”	4.4	+0.4	13.8	−1.9	14.3	+0.8	0.59	+0.11	22.4	+8.4	24.2

В 2018 г. действие удобрений «Плантафол» в чистом виде и совместно с «Бороплюсом» было практически одинаковым: +7,5...+9,9 т/га к контрольному варианту. Максимальную прибавку урожая в среднем за пять лет у всех сортов обеспечило совместное применение удобрений: от +6,6 т/га к контролю у сорта Кодрянка до +10,2 т/га у сорта Московский. Минимальная прибавка урожая получена на варианте с использованием «Плантафола» у сорта Кодрянка: +2,3 т/га (+23,5 %) к контролю. Средняя урожайность за 2015–2019 гг., а также прибавка к контролю по сортам приведены в таблице 2.

Выявлен также положительный эффект применения удобрений «Плантафол» и «Бороплюс» на структуру элементов урожайности (таблица 3).

Некорневые подкормки удобрениями «Плантафол» и «Бороплюс» в чистом виде также способствовали увеличению количества ягод в грозди у всех трех сортов. Так, использование «Плантафола» привело к увеличению количества ягод на 6,5 % у сорта Кодрянка, на 12,0 % – у сорта Ризамат, на 4,2 % – у сорта Московский. На вариантах с применением «Бороплюса» в чистом виде количество ягод в грозди было значительно выше, чем на вариантах с «Плантафолом».

Совместное использование удобрений у сорта Кодрянка способствовало максимальному увеличению количества ягод в грозди, которое составило 63,2 %. У сортов Ризамат и Московский совместное применение удобрений увеличило количество ягод в грозди на 40,1 и 21,4%, соответственно.

Некорневые подкормки «Плантафолом» и «Бороплюсом» в чистом виде способствовали увеличению количества ягод в грозди у всех трех сортов. Так, использование «Плантафола» привело к увеличению количества ягод на 6,5 % у сорта Кодрянка, на 12,0 % – у сорта Ризамат, на 4,2 % – у сорта Московский. На вариантах с применением «Бороплюса» в чистом виде количество ягод в грозди было значительно выше, чем на вариантах с «Плантафолом».

Некорневое питание оказало значительное влияние на среднюю массу грозди. Под действием «Плантафола» масса грозди, в среднем по сортам, увеличилась на 4,2...12,0 %, под влиянием Бороплюс – на 21,9...43,0 %. Совместное применение удобрений увеличило среднюю массу грозди на 33,3...63,2%.

Применение «Бороплюса» в чистом виде и совместно с «Плантафолом» способствовало снижению количества горошистых ягод в гроздях винограда. У сорта Кодрянка процент горошения по отношению к контролю снизился на 35,0–48,6; у сорта Ризамат – на 42,8–66,9; у сорта Московский – на 26,4–36,1. Использование «Плантафола» увеличило процент горошистых ягод на 61,0 % у сорта Ризамат и на 9,7 % у сорта Московский.

Анализ данных показал, что в зависимости от применяемых удобрений уровень нерастворимых сухих веществ в ягодах винограда в среднем за пять лет исследований варьировал от 4,0 % до 9,0 %. У сорта Кодрянка применение некорневого питания снизило данный показатель на 3,1–4,3 % по сравнению с контролем. У сортов Ризамат и Московский некорневые подкормки способствовали повышению массовой доли нерастворимых

сухих веществ на 0,2–1,1 %. Максимальные значения у обоих сортов отмечены на варианте с применением «Бороплюса» (5,0 и 4,7 % соответственно).

На содержание растворимых сухих веществ некорневые подкормки влияли неоднозначно. Микроудобрение «Бороплюс» в чистом виде увеличивало данный показатель у всех сортов (2,8–5,4 % к контролю), совместное применение удобрений – у сортов Кодрянка и Ризамат (2,3–2,6 % соответственно), комплексное удобрение «Плантафол» – лишь у сорта Кодрянка (таблица 4).

Некорневое питание в опыте оказало положительное влияние на содержание сахаров в ягодах винограда. Под влиянием «Плантафола» массовая доля сахаров превысила контрольные значения на 2,2–2,8 %, «Бороплюса» – на 1,7–4,4 %. При совместном применении удобрений содержание сахаров увеличилось на 0,8–4,3 % по сравнению с контролем.

У сортов Кодрянка и Ризамат под действием некорневого питания снизилось содержание кислот в ягодах на 0,03–0,14 %. При использовании «Бороплюса» в чистом виде и совместно с «Плантафолом» кислотность ягод у сорта Московский повысилась на 0,11–0,34 %, а применение «Плантафола» уменьшило этот показатель на 0,04 %.

На содержание витамина С у сортов Кодрянка и Московский положительным образом повлияли подкормки удобрением «Бороплюс» в чистом виде и совместно с «Плантафолом». Под их действием значения превысили контрольные показатели на 2,2–11,0 %. На содержание витамина С в ягодах винограда сорта Ризамат удобрения повлияли отрицательно: –3,7 % по сравнению с контролем на всех вариантах опыта.

Основным показателем зрелости ягод считается сахарокислотный индекс (СКИ), т. е. отношение сахаров к кислотам. Оптимальные значения СКИ – от 25 до 30. По результатам пятилетних исследований выявлено, что ягоды сортов Ризамат и Московский обладали наилучшими вкусовыми качествами на вариантах без применения удобрений, а у сорта Кодрянка СКИ составил лучшее значение при совместном применении удобрений.

Таким образом, выявлена неоднозначная реакция сортов винограда на применение некорневого питания удобрениями «Плантафол» и «Бороплюс». Некорневые подкормки способствовали значительному увеличению массовой доли сахаров у всех сортов, а применение «Бороплюса» в чистом виде и совместно с «Плантафолом» положительно повлияло на содержание витамина С в ягодах винограда. Сахарокислотный индекс у сортов Ризамат и Московский имел оптимальные значения на варианте без использования удобрений, а у сорта Кодрянка – на варианте с совместным их применением.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Итоги многолетних исследований свидетельствуют, что применение на фоне корневого минерального питания $N_{16}P_{16}K_{16}$ некорневых подкормок микроудобрением «Бороплюс» (1,0 л/га) совместно с комплексным удобрением «Плантафол» (3,0 кг/га), обеспечивающих повышение урожайности на 67,3–107,4 %, являются эффективным методом управления продукционным процессом винограда в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия.

Библиографический список

1. Усенко Л. Н., Удалова З. В. Возрождение виноградарско-винодельческой отрасли как одно из перспективных направлений развития АПК России // Учет и статистика. 2017. № 3 (47). С. 74–82.
2. Полухина Е. В., Власенко М. В., Петров Н. Ю. Оценка степени засухоустойчивости сортов винограда в аридных условиях Астраханской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 10 (189). С. 17–22.
3. Иваненко Е. Н., Мухортова Т. В., Полухина Е. В. Эффективность возделывания столового винограда с применением агрохимических средств нового поколения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 65–69.
4. Иваненко Е. Н., Тютюма Н. В., Туманян А. Ф., Полухина Е. В. Влияние некорневых подкормок на восприимчивость винограда к болезням в орошаемых условиях Астраханской области // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2017. № 3 (32). С. 31–36.
5. Петров В. С., Панкин М. И., Коваленко А. Г. Агробιολογические свойства технических сортов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 49 (01). С. 1–15.
6. Полулях А. А., Волынкин В. А., Лиховской В. В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 6. С. 608–616.
7. Дергачев Д. В., Ларькина М. Д., Петров В. С., Панкин М. И. Особенности вегетации сорта винограда отечественной селекции «Подарок Дмитрия» в стрессовых погодных условиях умеренно-континентального климата юга России // Плодоводство и виноградарство юга России. 2019. № 58 (4). С. 35–45.
8. Петров В. С., Алейникова Г. Ю., Наумова Л. Г., Лукьянова А. А. Адаптивная реакция на лозови сортове в условия на климатични промени // Лозарство и винарство. 2018. № 6. С. 18–31.
9. Pakshina S. M., Belous N. M., Smolskiy E. V., Silaev A. L. Influences of technologies of cultivation of perennial bluegrass herbs on their transpiration in the conditions of water meadows // Biosystems Diversity. 2017. Т. 25. No. 1. Pp. 9–15.
10. Мухортова Т. В., Тютюма Н. В., Полухина Е. В., Дроник А. А. Эффективность применения агрохимических препаратов нового поколения «Плантафол» и «Бороплюс» на винограде в зависимости от сортов, погодных условий и фаз развития // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2016. № 4 (29). С. 51–57.
11. Rustioni L., Cola, G., Maghradze D., Abashidze E., Argiriou A., Aroutiounian R., Brazão J., Chipashvili R., Cocco M., Cornea V., Dejeu L., Eiras Dias E., Goryslavets S., Ibáñez J., Kocsis L., Lorenzini F., Maletic E., Mamasakhlisashvili L., Margaryan K., Maul E. et al. Description of the Vitis vinifera L. Phenotypic variability in eno-carpological traits by a Euro-asiatic collaborative network among ampelographic collections // Vitis – Journal of Grapevine Research. 2019. Т. 58. No. 1. Pp. 37–46.
12. Иваненко Е. Н., Дроник А. А. Содержание сухих веществ в плодах яблони и груши под влиянием некорневого питания // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы III Международной научно-практической интернет-конференции. Соленое Займище, 2018. С. 318–323.
13. Гугучкина Т. И., Антоненко М. В. Использование новых сортов винограда для высококачественных вин юга России // Плодоводство и виноградарство юга России. 2018. № 52 (4). С. 96–109.
14. Иваненко Е. Н., Дроник А. А. Влияние некорневого питания на урожайность и товарные качества плодов яблони в аридных условиях // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 94–98.
15. Гаврилова Т. И. Биохимический состав ягод смородины черной при некорневых подкормках «Акварином» // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 49. С. 66–69.

Об авторах:

Елена Владимировна Полухина¹, младший научный сотрудник, заведующая лабораторией виноградарства и питомниководства, ORCID 0000-0002-1436-7722, AuthorID 836820

Марина Владимировна Власенко², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрологии агролесоландшафтов и адаптивного природопользования, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179; +7 927 500-53-59, vlasencomarina@mail.ru

¹ Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, Соленое Займище, Россия

² Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

An effective method for managing the production process of grapes using foliar nutrition in arid conditions of the North-Western Caspian

E. V. Polukhina¹, M. V. Vlasenko²✉

¹ Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia

² Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

✉E-mail: vlasencomarina@mail.ru

Abstract. Scientific novelty and practical significance. The research area is relevant due to the fact that in viticulture the use of new water-soluble complex fertilizers in chelated form is not yet widespread due to their insufficient knowledge. In this regard, it became necessary to determine their influence on the basic vital processes of grape plants in arid conditions. **The purpose of the research** is to identify the effect of foliar nutrition by “Plantafol” and “Boroplus” fertilizers on economically valuable grape indicators in the arid conditions of the North-Western Caspian during irrigation. **Methods.** Experience is two-factor. Factor A – varieties: Kodryanka (early ripe), Rizamat (mid-ripening), Moskovskiy (late ripening). Factor B: option 1 – control (water treatment); option 2 – “Plantafol”; option 3 – “Boroplus”; option 4 – “Plantafol” + “Boroplus”. The experience was laid and statistical data processing was carried out according to the method of B. A. Dospekhov. The counts and observations were carried out according to the method of M. A. Lazarevskiy. The mass fraction of sugars and titratable acidity in the juice of berries was found by the method of biochemical study of plants A. I. Ermakova. The content of vitamin C in grapes was determined by the guidelines for determining the quality of plant products. **Results.** The maximum yield increase for all varieties was provided by the combined use of “Plantafol” and “Boroplus” fertilizers. The variety Kodryanka has 6.6 t/ha for control. The variety Rizamat has 6.7 t/ha for control. Foliar top dressing contributed to a significant increase in the mass fraction of sugars in all varieties. The use of “Boroplus” in its pure form and together with “Plantafol” positively affected the vitamin C content in berries. The sugar acid index of the varieties “Rizamat” (29.8) and Moskovskiy (28.1) had optimal values for the variant without the use of fertilizers, and the varieties Kodryanka (25.3) – for the variant with their combined use.

Keywords: grapes, foliar nutrition, Plantafol, Boroplus, productivity, sugar-acid index.

For citation: Polukhina E. V., Vlasenko M. V. Effektivnyy metod upravleniya produktsionnym protsessom vinograda s ispol'zovaniem nekorneвого pitaniya v aridnykh usloviyakh Severo-Zapadnogo Prikaspiya [An effective method for managing the production process of grapes using foliar nutrition in arid conditions of the North-Western Caspian] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 36–44. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-36-44. (In Russian.)

Paper submitted: 20.02.2020.

References

1. Usenko L. N., Udalova Z. V. Vozrozhdeniye vinogradarsko-vinodelcheskoy otrasli kak odno iz perspektivnykh napravleniy razvitiya APK Rossii [The revival of the wine industry as one of the promising areas of development of the agricultural sector of Russia] // Accounting and Statistics. 2017. No. 3 (47). Pp. 74–82. (In Russian.)
2. Polukhina E. V., Vlasenko M. V., Petrov N. Yu. Otsenka stepeni zasukhoustoychivosti sortov vinograda v aridnykh usloviyakh Astrakhanskoy oblasti [Assessment of the degree of drought tolerance of grape varieties in arid conditions of the Astrakhan region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 10 (189). Pp. 17–22. (In Russian.)
3. Ivanenko E. N., Mukhortova T. V., Polukhina E. V. Effektivnost' vozdeleyvaniya stolovogo vinograda s primeneniym agrokhimicheskikh sredstv novogo pokoleniya [The efficiency of cultivation of table grapes using agrochemical means of a new generation] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 3. Pp. 65–69. (In Russian.)
4. Ivanenko E. N., Tyutyuma N. V., Tumanyan A. F., Polukhina E. V. Vliyaniye nekornevykh podkormok na vospriimchivost vinograda k boleznyam v oroshayemykh usloviyakh Astrakhanskoy oblasti [Influence foliar dressing on susceptibility of grapes to diseases in irrigated conditions of Astrakhan region] // Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. 2017. No. 3 (32). Pp. 31–36. (In Russian.)
5. Petrov V. S., Pankin M. I., Kovalenko A. G. Agrobiologicheskiye svoystva tekhnicheskikh sortov vinograda v usloviyakh umerenno-kontinentalnogo klimata yuga Rossii [Agrobiological properties of technical grape varieties in the temperate continental climate of the south of Russia] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2018. No. 49 (01). Pp. 1–15. (In Russian.)
6. Polulyakh A. A., Volynkin V. A., Likhovskoy V.V. Geneticheskiye resursy vinograda instituta “Magarach”. Problemy i perspektivy sokhraneniya [Genetic resources of grapes of the Institute “Magarach”. Problems and prospects of conservation] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. T. 21. No. 6. Pp. 608–616. (In Russian.)

7. Dergachev D. V., Larkina M. D., Petrov V. S., Pankin M. I. Osobennosti vegetatsii sorta vinograda otechestvennoy seleksii "Podarok Dmitriya" v stressovykh pogodnykh usloviyakh umerenno-kontinentalnogo klimata yuga Rossii [Peculiarities of the growing season of the grape variety of the domestic selection "Podarok Dmitriya" in the stressful weather conditions of the temperate continental climate of the south of Russia] // Fruit growing and viticulture of South Russia, 2019. No. 58 (4). Pp. 35–45. (In Russian.)
8. Petrov V. S., Aleynikova G. Yu., Naumova L. G., Luk'yanova A. A. Adaptivna reaktsiya na lozovi sortove v usloviya na klimatichni promeni [Adaptive reaction of grape varieties under conditions of climate change] // Lozarstvo i vinarstvo. 2018. No. 6. Pp. 18–31. (In Bulgarian.)
9. Pakshina S. M., Belous N. M., Smolskiy E. V., Silaev A. L. Influences of technologies of cultivation of perennial bluegrass herbs on their transpiration in the conditions of water meadows // Biosystems Diversity. 2017. T. 25. No. 1. Pp. 9–15.
10. Mukhortova T. V., Tyutyuma N. V., Polukhina E. V., Dronik A. A. The effectiveness of the use of agrochemical preparations of the new generation "Plantafol" and "Boroplus" on grapes, depending on the varieties, weather conditions and development phases [Effektivnost' primeneniya agrokhimicheskikh preparatov novogo pokoleniya "Plantafol" i "Boroplus" na vinograde v zavisimosti ot sortov, pogodnykh usloviy i faz razvitiya] // Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. 2016. No. 4 (29). Pp. 51–57. (In Russian.)
11. Rustioni L., Cola, G., Maghradze D., Abashidze E., Argiriou A., Aroutiounian R., Brazão J., Chipashvili R., Cocco M., Cornea V., Dejeu L., Eiras Dias E., Goryslavets S., Ibáñez J., Kocsis L., Lorenzini F., Maletic E., Mamasakhlishashvili L., Margaryan K., Maul E. et al. Description of the Vitis vinifera L. Phenotypic variability in eno-carpological traits by a Euro-asiatic collaborative network among ampelographic collections // Vitis – Journal of Grapevine Research. 2019. T. 58. No. 1. Pp. 37–46.
12. Ivanenko E. N., Dronik A. A. Soderzhaniye sukhikh veshchestv v plodakh yablони i grushi pod vliyaniyem nekornevoy pitaniya [Content of dry substances in fruits of Apple and pear under influence of foliar nutrition] // Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsionalnogo prirodopolzovaniya: materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii. Solenoye Zaymishche, 2018. Pp. 318–323. (In Russian.)
13. Guguchkina T. I., Antonenko M. V. Ispolzovaniye novykh sortov vinograda dlya vysokokachestvennykh vin yuga Rossii [The use of new grapes for high-quality wines of the south of Russia] // Fruit and viticulture of South Russia. 2018. No. 52 (4). Pp. 96–109. (In Russian.)
14. Ivanenko E. N., Dronik A. A. Vliyaniye nekornevoy pitaniya na urozhaynost i tovarnyye kachestva plodov yablони v aridnykh usloviyakh [The influence of foliar nutrition on the yield and commercial quality of apple fruits in arid conditions] // Niva Povolzhya. 2018. No. 2 (47). Pp. 94–98. (In Russian.)
15. Gavrilova T. I. Biokhimicheskiy sostav yagod smorodiny chernoy pri nekornevykh podkormkakh "Akvarinom" // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii [The biochemical composition of blackcurrant berries with foliar top dressing "Aquarium"] // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2017. T. 49. Pp. 66–69. (In Russian.)

Authors' information:

Elena V. Polukhina¹, junior researcher, head of the laboratory of viticulture and nursery, ORCID 0000-0002-1436-7722, AuthorID 836820

Marina V. Vlasenko², candidate of agricultural sciences, senior researcher laboratories of the hydrology of agroforestry landscapes and adaptive nature management, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179; +7 927 500-53-59, vlasencomarina@mail.ru

¹ Caspian Agrarian Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Solenoe Zaymishche, Russia

² Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

The effectiveness of the acidifier on the productivity of broiler chickens

M. G. Apaleyeva^{1✉}

¹ Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

✉E-mail: margulya1990@mail.ru

Abstract. One of the urgent tasks in modern poultry farming is the search and testing of new, cheap and at the same time environmentally friendly feed additives that positively affect the productivity and health of poultry [1, p. 105]. Such additives include acidifiers, consisting of complexes of organic acids and their salts. The range of organic acids used in our country is large: formic, propionic, acetic, benzoic, butyric, sorbic, fumaric, succinic, citric, ascorbic, tartaric acids and others, as well as their salts [2, p. 81. 3, p. 28. **Scientific novelty.** In the conditions of the “Amur Broiler” poultry farm, studies were conducted on the effectiveness of using the Acidomix AFG organic acid. The aim of the research was to determine the rational dosage of the medication based on Acidomix AFG organic acids, as well as to assess its effect on meat productivity and the livability of broiler chickens. **Methodology and research methods.** The productive effect of Acidomix AFG was assessed by the following indicators: live weight at the age of 7, 15, 25, 35, and 41 days old; daily average increase in chickens; livestock livability, feed costs per 1 kg of live weight gain. **Results.** Studies have shown that the most productive was the use of the studied medication at a dosage of 0.3 % in the starter period, 0.2 % in periods of growth and finish. The effectiveness of the medication turned out to be the best in comparison with the control in terms of live weight by 15.8 %, average daily gain in chickens by 16.1 %, in terms of livestock livability by 8.9 %, and in feed costs per 1 kg of live weight gain by 0.03 kg.

Keywords: broilers, organic acids, acid binding ability, formic acid, propionic acid, chicken live weight, average daily increase, carcass weight, livability.

For citation: Apaleyeva M. G. The effectiveness of the acidifier on the productivity of broiler chickens // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 45–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-45-48.

Paper submitted: 10.02.2020.

Introduction

Recently, in the conditions of industrial poultry farming, the pressure on the poultry body has significantly increased. It is known that during the starter period, the bird has an underdeveloped digestive system. It is during this period that pathogenic microflora may develop in the lumen of the intestinal tract [4, p. 52]. In this regard, the livability of chickens depends on the sanitary state of feed, water and conditions of maintenance [5, p.113]. Chickens are susceptible to a potentially large number of pathogens, such as *E. coli*, *Salmonella* and *Clostridia*. These pathogens are present in the small intestines of birds and compete with the host for nutrients. This leads to a decrease in the absorption of fat and fat-soluble vitamins of the feed, and, as a result, a drop in growth rates and an increase in morbidity. In a struggle against pathogenic microorganisms, feed antibiotics have become widely used, which has led to the spread of drug resistance of pathogens. Therefore, the search for medications that give good results in controlling pathogenic and conditional pathogenic microflora is an urgent task of modern poultry farming [6, p. 1].

Acidifiers based on organic acids and their salts are considered to be one of these medications.

Complexes of organic acids and their salts solve many problems that arise in industrial poultry farming: they are used for environmentally safe conservation of feed, to reduce the acid-binding capacity of feed components and the buffer capacity of

feed, as a substitute for feed antibiotics as organic acids inhibit the growth and development of pathogenic microflora, have bactericidal and bacteriostatic properties, and, unlike antibiotics, the use of organic acids does not lead to the adaptation of pathogenic microorganisms [7, p. 36]; they act as a generator of additional energy [8, p. 50; 9, p. 46]; improve the digestibility and assimilation of nutrients; increase poultry productivity and reduce feed costs per unit of production. Salts of organic acids have all the advantages of their acids, but they are more preferable because they do not have an odor; because of their lower volatility they are easier to mix with feed, and they do not cause corrosion of metal equipment [10, p. 192; 11, p. 17].

Methods

The aim of the research was to determine the rational dosage of Acidomix in the feeding of broiler chickens, as well as to assess its impact on the meat productivity and livability of broiler chickens.

The work was carried out from November to December 2019 in the production conditions of the “Amur Broiler” poultry farm and at the Department of Feeding, Breeding and Production Technology of Livestock Products of the Far Eastern SAU.

To fulfill these tasks, a scientific and economic experiment was conducted (table 1), in which 3 groups of broiler chickens of the Arbor Acres cross were formed on the basis of pairs of analogues, 50 chickens each.

Table 1
Scheme of scientific and economic experience

Group	Number of chickens	Feeding conditions	
		The period of growing, days	
		1–10	11–41
Control	50	Complete feed (CF) in the farm	
I experimental	50	CF + 0.2 % Acidomix AFG	CF + 0.1 % Acidomix AFG
II experimental	50	CF + 0.3 % Acidomix AFG	CF + 0.2 % Acidomix AFG

Table 2
The composition of the acidifiers of the control and experimental groups [12]

Component	Acidomix AFG, %
Formic acid	20.7 ± 5
Propionic acid	12.8 ± 5
Ammonium formate	17.5 ± 5
Ammonium propionate	4.2 ± 5
Filler	44.8 ± 5

Table 3
Dynamics of live weight of broiler chickens during the breeding period ($M \pm m$)

Age, days	Group		
	Control	I experimental	II experimental
At the beginning of the experiment	42 ± 1.50	42 ± 1.19	42 ± 0.98
7	141.0 ± 4.51	165.2 ± 1.88*	175.2 ± 2.12*
15	486.8 ± 6.11	520.1 ± 4.95*	531.00 ± 7.11*
25	1095.5 ± 9.14	1254.1 ± 8.75*	1302.5 ± 7.88*
35	1786.4 ± 10.28	1989.4 ± 11.15*	2049.3 ± 12.65*
41	2170.7 ± 15.2	2454.2 ± 17.2*	2513.5 ± 21.12*
Average daily growth	51.92	58.83	60.28

Note: $p' < 0.05$.Table 4
Livability of broiler chicken stock, %

Group	Livability, %	
	In the first week of life	For the entire breeding period
Control	96	90.0
I experimental	100	96.0
II experimental	100	98.0

In the room for keeping broiler chickens, the temperature regime was maintained at the level of +34...+15 °C in accordance with the age of the bird. In the first week of life, the length of daylight was 23 hours, then each week it decreased by 2 hours and in the last week of growing it was 10 hours. The relative humidity was 65 %. The microclimate in the room was regulated using special equipment "Climate-47" and corresponded to generally accepted zootechnical standards. The chickens were kept on a deep, permanent bed.

Feeding and watering of the bird was carried out freely. Chickens of the control group received complete feed taken at the poultry farm, balanced in terms of nutrient content in accordance with the standards. Chickens of the first experimental group were additionally fed 0.2 % Acidomix (2 kg/t) from the 1st to the 10th day of growing, and 0.1 % (1 kg/t) in the remaining period. Chickens of the second experimental group had in their main diet 0.3 % (3 kg/t) of acidifier from the 1st to the 10th day of growing and 0.2 % (2 kg/t) of the medication from the 11th to the 41st day of growing.

Acidomix AFG and Ultracide InU Plus dry belong to the category of feed additives designed to reduce the level of pathogenic microflora in feed and feed raw materials for pigs and poultry.

Acidomix AFG acidifier is produced by the German company "Novus Deutschland GmbH" in the form of brown microgranules that are not completely soluble in water. The manufacturer of the feed additive Ultracide InU Plus dry is the Belgian company "Nutri-Ad International NV". Ultracide is a beige powder with a specific smell; it does not completely dissolve in water. The studied acidifier is compatible with all feed ingredients, medicines and other feed components.

The bactericidal action of acidifiers is associated with non-dissociated acids. Formic acid has a high degree of dissociation. Non-dissociated formic acid molecules, due to their small molecular weight, quickly penetrate the cell membrane of pathogenic microorganisms. Inside the cell, the acid dissociates to form hydrogen protons and some acid residue. Excessive amounts of hydrogen ions act paralytically on the life of the microbial cell, while microbial cells lose a large amount of

Table 5
Feed costs for raising broiler chickens

Group	Total amount of feed spent for the period of fattening per 1 chicken, kg	The cost of feed per 1 kg of increase in live weight, kg
Control	3.59	1.65
I experimental	3.56	1.45
II experimental	3.56	1.42

Table 6
The economic efficiency of the use of the studied acidifiers in the feeding of broiler chickens

Indicators	Groups		
	Control	I experimental	II experimental
Live weight of chickens at the end of the experiment, g	2170.7	2454.2	2513.5
The number of chickens at the end of the experiment	45	48	49
Feed consumption per 1 chicken, kg	3.59	3.56	3.56
Feed consumption for the whole group, kg	176.2	176.2	175.2
The consumption of preparation, kg / t	–	0.456	0.621
The cost of 1 kg of medication, rubles	–	186	151.1
The cost of the medication spent for the entire growing period in the group, rubles	–	84.82	93.83
The cost of 1 kg of chicken meat, rubles	114.0	114.029	114.027
The selling price of 1 kg of dressed chicken, rubles	180.0	180.0	180.0
Profit received per group, rubles	6447.0	7771.5	8125.4

energy, resulting in the termination of their reproduction and even death [13, p. 201]. Propionic acid with a low degree of dissociation has an increased ability to form salts with potassium and sodium, which are part of the cell membrane. During this reaction, the stability of the bacterial cell membrane is disrupted, which either leads to its destruction, or to an increase in the permeability for an acid with a high degree of dissociation, in this case, for formic acid [14, p. 20].

Formic and propionic acids have different degrees of influence on pathogenic microflora. Formic acid has the most powerful bactericidal effect, in addition, it effectively delays the growth of mold. Propionic acid is the most effective against mold, and it also promotes the growth of intestinal villi [15, p. 205]. Propionate and ammonium formate have all the properties of their acids, from which they are formed, however, due to a lower degree of dissociation, the salts can retain their antibacterial activity up to the large intestine. In addition, salts are more preferable acidifiers because they are odorless, easily mixed with feed due to their lower volatility and solid state, and are less corrosive in nature and better soluble in water.

In the first days of life, the bird has an underdeveloped digestive system that is not able to fully digest food, so the development of harmful microorganisms is possible in the lumen of the gastrointestinal tract [16, p. 56]. In addition, feed starters contain an increased amount of protein, and it is well known that the acid-binding ability depends on its content [17, p. 118]. In this regard, in the initial period of chickens breeding, 1 kg more acidifier was added to the full-ration feed than in the period of growth and finish (1 ton of complete feed).

The productive effect of Acidomix AFG was evaluated by the following indicators: live weight at the age of 7, 15, 25, 35 and 41 days old; average daily growth of chickens; livestock livability, feed costs per 1 chicken and 1 kg of live weight gain.

Results

Live weight is one of the most important indicators that characterize the nutritional value of poultry feeding and health status.

Analysis of the dynamics of live weight of broilers during the experiment showed (table 3) that the chickens of the experimental groups in all age periods have an advantage in this indicator compared to the control. In chickens of the first experimental group, the live weight at the age of 7 days old was higher by 17.2 % compared to the control; at 15th day by 6.8 %; at 25th day by 14.5 %; at 35th day by 11.4 %; at 41st day by 13.1 %.

Indicators of live weight in the second experimental group were higher compared to the control: at 7th day by 24.3 %; at 15th day by 9 %; at 25th day by 18.9 %; at 35th day by 14.7 %, at the 41st day by 15.8 %.

Feeding poultry on a diet with acidifier Acidomix AFG increased the average daily increase in the experimental groups by 13.3 and 16.1 % in the first and second experimental groups, respectively.

Monitoring of birds was carried out by visual inspection throughout the study period, while taking account of mortality and culling with subsequent calculation of the stock livability.

The livability of livestock for the first week of growing in the experimental groups was 100 %, which is 4 % more than in the control group. Over the entire growing period, the livability of the chicken population was the highest in the second experimental group, which was 98 %, which is 8 % more than in the control group.

The addition of new feed products in the diet of broiler chickens contributed to a reduction in feed costs for production (table 5): in the first and second experimental groups by 0.03 kg in both groups compared to the control.

The cost-effectiveness analysis confirmed a positive result of feeding complete feed with the addition of acidifier compared to the control. Thus, after the sale of chicken meat in the first experimental group, the profit was 1324.5 rubles more than in the control group. In the second experimental group, the amount of profit received was 1678.4 rubles higher than in the control group.

Discussion and Conclusion

Based on these studies, it can be concluded that the use of acidifier based on organic acids Acidomix AFG had a positive effect on the productivity of broiler chickens. However, adding an acidifier to the feed of the poultry farm in the amount of 0.3 % during the growing period from 1 to 10 days and 0.2 % during the growing period from 11 to 41 days showed the best result. A possible productive effect is associated with a decrease in the acid-binding capacity of feed components

and buffer capacity, resulting in an improvement in the work of secreted enzymes that digest proteins. In addition, due to the action of organic acids, the intestinal villi are stimulated, as a result of which the feed nutrients are absorbed better, and the conversion of feed into products decreases. Bactericidal and bacteriostatic effects of organic acids and their salts contribute to the improvement of chickens' health, as evidenced by an increase in the livability in the experimental groups compared to the control.

References

1. Ulit'ko V. Ye., Pykhtina L. A., Desyatov O. A., Aritkin A. G., Savina Ye. V., Semenova Yu. V. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoy dobavki "Bisolbi" pri vyrashchivani tsiplat-broylerov [Efficiency of using the feed additive "Bisolbi" for broiler rearing] // Agrarnaya nauka i obrazovaniye na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ul'yanovsk, 2017. Pp. 105–111. (In Russian.)
2. Demchyshyn O. V. Effektivnost' primeneniya pokyslyteley v promyshlennom vyrashchivani tsiplat-broylerov [Efficiency of the use of oxidizing agents in the industrial cultivation of broiler chickens] // Naukovyy visnyk L'vivskoho natsional'nogo universytetu veterinarnoyi medytyny ta biotekhnolohiy imeni S. Z. Gzhyts'koho. 2016. T. 18. No. 2-2. P. 81. (In Russian.)
3. Papunidi E. K., Gabdrakhmanova A. R., Smolentsev S. Yu. Vliyanie preparatov na osnove organicheskikh kislot i rastitel'nogo sirya na prirost zhivoi massi i kachestvo myasa tsiplat [The effect of drugs based on organic acids and plant materials on live weight gain and quality of chicken meat] // Vestnik mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. T. 5. No. 1. Pp. 28–34. (In Russian.)
4. Yas'kova Ye. V., Sakhno O. N., Lytkina A. V., Gaponova A. V., Kazorina Yu. I. Effektivnost' sovremennykh tekhnologiy vyrashchivaniya tsiplat-broylerov [Efficiency of modern technologies for growing broiler chickens] // Biologiya v sel'skom khozyaystve. 2015. No. 2. P. 52. (In Russian.)
5. Kazempour F., Jahanian R. Effects of different organic acids on performance, ileal microflora, and phosphorus utilization in laying hens fed diet deficient in non-phytate phosphorus // Animal feed science and technology. 2017. Vol. 223. P. 113.
6. Sandul. P. A., Sobolev D. T., Logunov A. V. Metabolicheskiy status tsiplat-broylerov na fone ispolzovaniya organicheskikh kislot [Metabolic status of broiler chickens using organic acids] // Uchenyye zapiski UO VGAVM. 2019. T. 55. Iss. 1. Pp. 1–4. (In Russian.)
7. Elizabarov R. V., Rogov R. V. Perspektivi primeneniya kormovoi dobavki na osnove organicheskikh kislot Veleguard AS v kormlenii svinei [Prospects for the use of Veleguard AS organic acid feed additives in pig feeding] // Veterinariya i zootehniya. 2017. No. 9. Pp. 36–40. (In Russian.)
8. Elizabarov R. V., Rogov R. V., Matyash A. V. Perspektivi primeneniya organicheskikh kislot v svinovodstve [Prospects for the use of organic acids in pig farming] // Veterinariya i zootehniya. 2017. No. 6. Pp. 50–53. (In Russian.)
9. Papunidi E. K., Korostelova V. P., Smolentsev S. Yu. Vliyanie kormovykh dobavok na khimicheskiy sostav myasa ptitsy [Influence of feed additives on the chemical composition of poultry meat] // Myasnaya industriya. 2016. No. 6. P. 46. (In Russian.)
10. Prokhorov O. N. Organicheskie kisloty v kormlenii tsiplat-broylerov (kratkii obzor inostrannikh istochnikov) [Organic acids in broiler feeding (a brief overview of foreign sources)] // Sovremennyye tendentsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v mirovoy ekonomike: materialy XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kemerovo, 2018g. Pp. 191–196. (In Russian.)
11. Gamko L. N., Tarinskaya T. A. Use of Aquaseif and Velegard acidifiers in broiler chickens [Use of Aquaseif and Velegard acidifiers in broiler chickens] // Feeding of farm animals and fodder production. 2020. No. 2. Pp. 16–20. (In Russian.)
12. Reyster lekarstvennykh sredstv i kormovykh dobavok [Register of medicines and feed additives] [e-resource]. URL: https://galen.vetr.ru/#/registry/feed/registry?page=1&f_name=%D0%90%D1%86%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%81%C2%AE%20AFG (appeal date: 29.01.2020).
13. Kosacheva E. M., Papunidi E. K. Perspektivy primeneniya preparatov na osnove yantarnoy kisloty dlya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Prospects for the use of drugs based on succinic acid for farm animals] // Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk: collection of scientific papers of the III International conference. Kazan', 2019. P. 201. (In Russian.)
14. Keller S. Science matters in gut health solutions // Gut health. 2018. No. 12. Pp. 20–21.
15. L. V. Sycheva, O. Yu. Yunusova. Primeniye podkisliteley v kormlenii tsiplat-broylerov [The use of acidifiers in feeding broiler chickens] // Uchenyye zapiski kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman. 2019. T. 239. No. 3. Pp. 205–206. (In Russian.)
16. Landinez P. Salmonella update in broilers // Animal feed science and technology. 2019. Vol. 250. P. 56.
17. Demchishin A. V., Perskiy Yu. B., Goryuk Yu. V., Goryuk V. V. Razrabotka zhidkogo podkislitelya "Akvasan" dlya vyrashchivaniya tsiplat-broylerov [Development of a liquid acidifier "Aquasan" for rearing broiler chickens] // Uchenyye zapiski UO VGAVM. 2019. T. 55. Iss. 1. Pp. 118–119. (In Russian.)

Authors' information:

Margarita G. Apaleyeva¹, postgraduate, ORCID 0000-0002-8449-617; +7 924 676-77-12, margulya1990@mail.ru

¹ Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Изучение влияния препарата «Прималакт» на организм и молочную железу лактирующих коров

И. В. Брюхова¹, Н. Т. Климов¹, Н. А. Хохлова^{1✉}, Ю. А. Чаплыгина¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, Воронеж, Россия

✉ E-mail: nina_xoxlova@mail.ru

Аннотация. Проблема профилактики и лечения заболеваний молочной железы у коров не теряет своей актуальности в настоящее время. Поэтому перед ветеринарными фармакологами стоит задача разработки новых лекарственных средств для борьбы с маститами, обладающих широким спектром антимикробного действия и минимальными побочными эффектами. **Целью** исследования была оценка влияния комплексного антибактериального препарата «Прималакт» на клинический статус, морфобиохимические показатели крови лактирующих коров и выявление раздражающего действия на ткани молочной железы. **Методология и методы.** После интрацистерального введения «Прималакта» в терапевтической (5 мл) и трехкратной терапевтической (15 мл) дозах проанализировано общеклиническое состояние животных и состояние тканей молочной железы, оценено изменение качественных показателей секрета вымени по содержанию соматических клеток и в реакции с Масттестом. Результаты, полученные в ходе опыта, были статистически обработаны. **Результаты.** Данные осмотра показали отсутствие значимых изменений клинического состояния подопытных животных и тканей молочной железы через 12, 24, 48 и 72 часа после применения препарата «Прималакт». Результаты морфобиохимического анализа крови свидетельствуют об отсутствии достоверных изменений через 72 часа. Реакция секрета вымени с Масттестом и анализ содержания соматических клеток в молоке у животных обеих групп выявили наличие у исследуемого препарата слабораздражающего действия, проходящего к 72 часу после применения. В соответствии с данными R. Miller (1977) препараты для интрацистерального введения, вызывающие незначительное раздражение тканей молочной железы сроком не более 96 часов, пригодны для терапии маститов у коров.

Ключевые слова: «Прималакт», комплексный препарат, молочная железа, мастит, соматические клетки, морфология и биохимия крови, Масттест, молоко, раздражающее действие.

Для цитирования: Брюхова И. В., Климов Н. Т., Хохлова Н. А., Чаплыгина Ю. А. Изучение влияния препарата «Прималакт» на организм и молочную железу лактирующих коров // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 49–56. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-49-56.

Дата поступления статьи: 02.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Заболевания молочной железы крупного рогатого скота признаны самыми распространенными акушерскими патологиями, тормозящими рост продуктивности коров и повышения качества молока [1, с. 206].

В любое время производственного цикла у коров возможно возникновение маститов. Зачастую последствия воспаления тканей молочной железы приводит к снижению удоев и выбраковке высокопродуктивных животных до завершения генетически заложенного лактационного периода, что составляет около 20 % от поголовья. Также экономические потери складываются из уменьшения годового удоя по стаду на 8–12 % и снижения качества сборного молока [2, с. 811; 3, с. 21; 4, с. 666; 5, с. 181].

На данный момент в условиях молочных комплексов приоритетными средствами профилактики и терапии маститов являются антибактериальные моно- или комплексные препараты с действующими веществами из разных групп [6, с. 868; 7, с. 84].

Бесконтрольное использование лекарственных средств в ветеринарии без определения чувствительности возбудителей к препаратам, а также длительное использование их без проведения ротации, в животноводстве привело к появлению устойчивых форм бактерий, аллергических реакций у людей и животных, загрязнению продуктов животноводства и окружающей среды остаточными количествами химических веществ. При создании новых лекарственных препаратов необходимо учитывать нежелательные последствия их применения, достаточную терапевтическую эффективность [8, с. 68; 9, с. 14]. Поэтому изыскание новых комплексных препаратов, широкого спектра действия, является актуальной задачей ветеринарной науки и практики.

Разработка новых лекарственных средств для лечения маститов проводится с учетом механизма патогенеза болезни; подбор компонентов – на основе этиопатогенетической направленности и ожидаемых фармакологических эффектов. При этом препарат должен обладать широким спектром антимикробного действия с минимальными по-

бочными эффектами и выгодными токсикогенными характеристиками [10, с. 3–4].

К такого рода лекарственным средствам относится оригинальный комплексный препарат «Прималакт» в виде масляной суспензии для интрацестерального и внутриматочного введения, предназначенный для лечения мастита в лактационный период и эндометрита у коров. Усиление антибактериальной активности достигается синергическим действием входящих в его состав компонентов – цефотаксима, неомидина и преднизолона [11, с. 23].

Изыскивая новые эффективные сочетания антимикробных средств, нельзя забывать о том, что сочетание двух или более изученных компонентов является новым лекарственным средством с новыми, не всегда предсказуемыми превращениями в живом организме. Поэтому каждый новый комбинированный препарат помимо апробации эффективности должен проходить проверку на токсичность и безвредность для организма [12, с. 21].

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния комплексного препарата «Прималакт» на организм в целом и на молочную железу коров в частности.

Методология и методы исследования (Methods)

Влияние «Прималакта» на организм и молочную железу коров изучали в ООО «Воронежпищепродукт» Новоусманского района Воронежской области на 8 клинически здоровых коровах на 4–5 месяце лактации, которые были разделены на две группы. Первой опытной группе препарат, подогретый до температуры тела коровы, вводили интрацестерально в количестве 5 мл (терапевтическая доза) в левую переднюю долю вымени после предварительного выдаивания молока и обеззараживания сосков (правая передняя доля служила контролем). Второй опытной группе препарат в количестве 15 мл (трехкратная терапевтическая доза) вводили аналогичным способом в три доли по 5 мл (левую переднюю, левую заднюю и правую заднюю; правая передняя доля служила контролем).

Перед введением препарата и через 12, 24, 48 и 72 часа определяли общий клинический статус животных (температура тела, частота пульса, дыхания и руминации), состояние опытных и контрольных четвертей вымени визуально и при помощи пальпации в соответствии с Наставлением по диагностике, терапии и профилактике мастита у коров¹.

Взятие крови из молочной вены для оценки влияния препарата на морфологические и некоторые биохимические показатели крови проводили до применения «Прималакта» и спустя 72 часа после интрацестерального введения. Образцы крови исследовали на базе Научно-исследовательского центра ФГБНУ «ВНИИПФиТ» согласно утвержденным методическим рекомендациям [13].

При нормальном соотношении компонентов молоко коров представляет собой сложную физико-химическую и биологическую жидкость, характеризующуюся устойчивым равновесием элементов. При нарушениях в ткани вымени, физико-химические свойства молока изменяются вследствие повреждения гемотканного барьера и повышения содержания составных частей крови. Эти изменения проявляются при раздражении вымени и различаются в

зависимости от степени воспаления [14, с. 3]. В нашем эксперименте влияние препарата «Прималакт» на ткани молочной железы оценивали по числу соматических клеток в молоке и по реакции секрета вымени с 2 % раствором Масттеста. Отбор проб молока проводили до введения препарата и через 12, 24, 48, 72 часа.

Количество соматических клеток определяли с помощью анализатора соматических клеток в молоке DCC производства DeLaval в соответствии с инструкцией к прибору и ГОСТ 23453-2014².

Постановку качественной реакции образцов молока с 2-процентным раствором Масттеста осуществляли на молочно-контрольных пластинках ПМК-2 в соответствии с инструкцией к диагностикуму. Интерпретацию реакции проводили с учетом степени образования желеобразного сгустка и по изменению цвета смеси: отрицательная реакция (–) – смесь оставалась в виде однородной жидкости от желтого до желто-оранжевого цвета; сомнительная реакция (+/–) – смесь молока с реактивом еле заметно густела или образовывала не до конца сформировавшееся желе, а цвет от светло-зеленого до зеленого; положительная реакция – если смесь молока с реактивом образовывала сформировавшийся желеобразный сгусток, который легко выскальзывал из лунки (+) или плотный сгусток, с трудом выбрасываемый из лунки пластинки (++), а цвет от темно-зеленого до синего.

Результаты (Results)

При обследовании каждого подопытного животного установлено, что визуально опытные и контрольные доли вымени не отличались друг от друга. Местная температура опытных четвертей молочной железы была не повышена. Консистенция, подвижность и величина надвымянных лимфатических узлов не претерпевали изменений на всем протяжении опыта. Кожа вымени оставалась эластичной и безболезненной.

Влияние «Прималакта» на клинический статус здоровых животных оценивали по показателям изменения температуры тела, частоты пульса, количеству дыхательных движений, сокращений рубца до введения и через 12, 24, 48 и 72 часа после введения.

Установлено, что в течение опыта частота пульса, количество дыхательных движений, сердечных толчков и сокращения рубца находились в пределах нормы для данного вида животных (таблица 1).

Анализ показателей крови (таблица 2), свидетельствует о том, что через 72 часа после введения препарата достоверных изменений в содержании эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, составе лейкоформулы, количества общего белка и его фракций не установлено.

Отмеченная тенденция снижения лейкоцитов в крови коров обусловлена, по-видимому, миграцией их в ткани молочной железы в ответ на введение препарата, что подтверждается увеличением количества соматических клеток в молоке. Повышение процента эозинофилов у коров через 72 часа после введения препарата, вероятно, также связано с проявлением раздражающего действия препарата на ткани молочной железы.

¹ Наставление по диагностике, терапии и профилактике мастита у коров (утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 30 марта 2000 г. № 13-5-2/1948).

² ГОСТ 23453-2014. Молоко сырое. Методы определения соматических клеток (с поправкой).

Таблица 1
Влияние интрацистернального введения «Прималакта»
на показатели общего состояния организма коров

	Показатели			
	Температура, °C	Частота пульса, мин.	Частота дыхания, мин.	Руминация, кол. / 2 мин.
Референсные значения	37,5–39,5	50–80	10–30	2,8–4
I опытная группа				
До введения	38,5 ± 0,2	59,5 ± 1,1	21,0 ± 1,5	3,5 ± 0,2
12 ч	38,8 ± 0,4	56,4 ± 0,8	17,0 ± 1,0	3,5 ± 0,2
48 ч	38,7 ± 0,3	56,9 ± 1,3	19,8 ± 1,1	3,6 ± 0,3
72 ч	38,8 ± 0,2	57,2 ± 1,2	20,2 ± 1,2	3,6 ± 0,3
II опытная группа				
До введения	38,0 ± 0,3	60,2 ± 1,2	22,5 ± 1,4	3,2 ± 0,2
12 ч	38,5 ± 0,2	62,5 ± 1,1	20,6 ± 1,2	3,6 ± 0,3
48 ч	38,6 ± 0,3	64,3 ± 1,2	24,3 ± 1,2	3,1 ± 0,2
72 ч	38,2 ± 0,4	66,8 ± 1,4	23,6 ± 1,3	3,2 ± 0,2

Table 1
Effect of intracisternal administration of "Primalact" on indicators of the general organism condition of cows

	Indicators			
	Temperature, °C	BPM	Respiratory rate per minute	Rumination number / 2 minutes
Reference values	37.5–39.5	50–80	10–30	2.8–4
I experimental group				
Before introduction	38.5 ± 0.2	59.5 ± 1.1	21.0 ± 1.5	3.5 ± 0.2
12 h	38.8 ± 0.4	56.4 ± 0.8	17.0 ± 1.0	3.5 ± 0.2
48 h	38.7 ± 0.3	56.9 ± 1.3	19.8 ± 1.1	3.6 ± 0.3
72 h	38.8 ± 0.2	57.2 ± 1.2	20.2 ± 1.2	3.6 ± 0.3
II experimental group				
Before introduction	38.0 ± 0.3	60.2 ± 1.2	22.5 ± 1.4	3.2 ± 0.2
12 h	38.5 ± 0.2	62.5 ± 1.1	20.6 ± 1.2	3.6 ± 0.3
48 h	38.6 ± 0.3	64.3 ± 1.2	24.3 ± 1.2	3.1 ± 0.2
72 h	38.2 ± 0.4	66.8 ± 1.4	23.6 ± 1.3	3.2 ± 0.2

Установлено, что реакция секрета вымени из контрольных долей молочной железы с Масттестом была отрицательной на протяжении всего опыта. После интрацистернального введения «Прималакта» (первая опытная группа) реакция секрета вымени (таблица 3) через 12 часов была слабоположительной (+) у двух коров и у двух других – сомнительной (+/-), через 24 часа – сомнительной (+/-) у двух коров и слабоположительной (+) – также у двух, через 48 часов – сомнительной (+/-) у трех коров и у одной отрицательной (-), через 72 часа – отрицательной (-) у всех коров.

Во второй опытной группе также было установлено, что реакция секрета вымени из контрольных долей молочной железы с диагностикумом была отрицательной на протяжении всего опыта. После интрацистернального введения «Прималакта» в количестве 15 мл на животное реакция секрета вымени (таблица 3) через 12 часов была слабоположительной (+) у трех коров и у одной – сомнительной (+/-); через 24 часа – положительной (++) у одной коровы, у двух коров – слабоположительной (+) и у одной – сомнительной (+/-); через 48 часов – сомнительной (+/-) у трех коров и у одной отрицательной (-), а через 72 часа – отрицательной (-) у всех коров.

Известно, что соматические клетки попадают в молоко из системного кровотока либо из тканей вымени и представлены в большей степени лейкоцитами (80–85 %), а также эритроцитами, различными эпителиями молочной железы, колюстральными тельцами. При воспалении или раздражении тканей вымени их число возрастает – увеличивается доля лейкоцитов, выполняющих фагоцитарную функцию [15, с. 132]. После интрацистернального введения «Прималакта» в дозе 5 мл на животное (терапевтическая доза) через 12 часов происходит достоверное увеличение числа соматических клеток в 4,9 раза; через 24 часа – в 6,2 раза; через 48 часов происходит снижение в 2,6 раза относительно показателей до введения препарата; через 72 часа практически не отличается от исходного показателя, что отражено в таблице 4.

Аналогичная тенденция отмечалась и после интрацистернального введения «Прималакта» в дозе 15 мл на животное (трехкратная терапевтическая доза) (таблица 4). Через 12 часов происходило достоверное увеличение числа соматических клеток в 5,8 раза, через 24 часа – в 7,0 раз, через 48 часов происходило снижение относительно предыдущего уровня в 2,9 раза; через 72 часа различия по отношению с исходным показателем не достоверны.

Таблица 2

Морфологические и некоторые биохимические показатели крови, оттекающей от молочной железы лактирующих коров, после интрацистернального введения «Прималакта»

Показатели	Период исследования	
	До введения	Через 72 часа
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,3 \pm 0,5$	$6,7 \pm 0,4$
Гемоглобин, г/л	$106,3 \pm 4,9$	$104,8 \pm 2,5$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,3 \pm 0,6$	$8,4 \pm 0,2$
Нейтрофилы: палочкоядерные, %	$3,7 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,4$
сегментоядерные, %	$32,0 \pm 4,1$	$30,9 \pm 6,5$
Эозинофилы, %	$1,8 \pm 0,3$	$3,0 \pm 0,4$
Базофилы, %	$2,0 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,3$
Моноциты, %	$5,0 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,4$
Лимфоциты, %	$55,5 \pm 4,2$	$55,8 \pm 4,3$
Общий белок, г/л	$86,5 \pm 4,2$	$88,3 \pm 4,2$
Альбумины, %	$35,3 \pm 3,2$	$36,4 \pm 1,4$
α -глобулины, %	$12,0 \pm 1,6$	$9,8 \pm 0,8$
β -глобулины, %	$17,2 \pm 1,7$	$18,3 \pm 0,9$
γ -глобулины, %	$35,5 \pm 3,2$	$35,5 \pm 1,1$

Table 2

Morphological and some biochemical indicators of the blood flowing from the mammary gland of lactating cows after intracisternal administration of "Primalact"

Indicators	Period of study	
	Before introduction	In 72 hours
Erythrocytes, $10^{12}/L$	6.3 ± 0.5	6.7 ± 0.4
Hemoglobin, g/L	106.3 ± 4.9	104.8 ± 2.5
Leukocytes, $10^9/L$	9.3 ± 0.6	8.4 ± 0.2
Neutrophils: stab, %	3.7 ± 0.4	3.4 ± 0.4
Segmented, %	32.0 ± 4.1	30.9 ± 6.5
Eosinophils, %	1.8 ± 0.3	3.0 ± 0.4
Basophils, %	2.0 ± 0.3	2.1 ± 0.3
Monocytes, %	5.0 ± 0.5	4.8 ± 0.4
Lymphocytes, %	55.5 ± 4.2	55.8 ± 4.3
Total protein, g/L	86.5 ± 4.2	88.3 ± 4.2
Albumins, %	35.3 ± 3.2	36.4 ± 1.4
α -globulins, %	12.0 ± 1.6	9.8 ± 0.8
β -globulins, %	17.2 ± 1.7	18.3 ± 0.9
γ -globulins, %	35.5 ± 3.2	35.5 ± 1.1

Таблица 3

Реакция с «Масттестом» после интрацистернального введения «Прималакта»

Сроки исследования, через часов	Корова № 1		Корова № 2		Корова № 3		Корова № 4	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
I опытная группа								
До введения	–	–	–	–	–	–	–	–
12	+	–	+/-	–	+	–	+/-	–
24	+	–	+	–	+/-	–	+/-	–
48	+/-	–	+/-	–	+/-	–	–	–
72	–	–	–	–	–	–	–	–
II опытная группа								
До введения	–	–	–	–	–	–	–	–
12	+	–	+	–	+	–	+/-	–
24	+/-	–	++	–	+	–	+	–
48	–	–	+/-	–	+/-	–	+/-	–
72	–	–	–	–	–	–	–	–

Table 3
Reaction with "Masttest" after intracisternal administration of "Primalact"

Periods of study, in hours	Cow No. 1		Cow No. 2		Cow No. 3		Cow No. 4	
	Experiment	Control	Experiment	Control	Experiment	Control	Experiment	Control
I experimental group								
Before introduction	–	–	–	–	–	–	–	–
12	+	–	+/-	–	+	–	+/-	–
24	+	–	+	–	+/-	–	+/-	–
48	+/-	–	+/-	–	+/-	–	–	–
72	–	–	–	–	–	–	–	–
II experimental group								
Before introduction	–	–	–	–	–	–	–	–
12	+	–	+	–	+	–	+/-	–
24	+/-	–	++	–	+	–	+	–
48	–	–	+/-	–	+/-	–	+/-	–
72	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 4
Количество соматических клеток после интрацистернального введения «Прималакта», тыс/мл

Сроки исследования, через, часов	Средние значения, М ± m	
	Опыт	Контроль
I опытная группа		
До введения	242,3 ± 34,7	221,3 ± 27,6
12	1185,8 ± 92,0***	250,0 ± 20,1
24	1500,3 ± 76,3***	199,3 ± 7,05
48	638,3 ± 47,9***	257,0 ± 24,5
72	258,5 ± 12,1	232,3 ± 16,2
II опытная группа		
До введения	220,8 ± 16,4	201,8 ± 17,5
12	1277,0 ± 42,9***	266,3 ± 26,8
24	1551,3 ± 55,6***	264,3 ± 17,9*
48	648,8 ± 59,9***	274,5 ± 20,3*
72	269,5 ± 16,8*	278,5 ± 16,9**

*** $P \leq 0,0001-0,00001$, ** $P \leq 0,008$, * $P \leq 0,02-0,004$ относительно «до введения».

Table 4
The number of somatic cells after intracisternal administration of "Primalact", ths/ml

Periods of study, in, hour	Mean value, M ± m	
	Experiment	Control
I experimental group		
Before introduction	242.3 ± 34.7	221.3 ± 27.6
12	1185.8 ± 92.0***	250.0 ± 20.1
24	1500.3 ± 76.3***	199.3 ± 7.05
48	638.3 ± 47.9***	257.0 ± 24.5
72	258.5 ± 12.1	232.3 ± 16.2
II experimental group		
Before introduction	220.8 ± 16.4	201.8 ± 17.5
12	1277.0 ± 42.9***	266.3 ± 26.8
24	1551.3 ± 55.6***	264.3 ± 17.9*
48	648.8 ± 59.9***	274.5 ± 20.3*
72	269.5 ± 16.8*	278.5 ± 16.9**

*** $P \leq 0.0001-0.00001$, ** $P \leq 0.008$, * $P \leq 0.02-0.004$ relatively to the period "before introduction".

Таким образом, однократное интрацестернальное введение препарата как в терапевтической дозе, так и в 3 раза ее превышающей, приводит к повышению числа соматических клеток, что свидетельствует о наличии раздражающего действия препарата на ткани молочной железы, которое проходит через 72 часа.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение комплексного препарата «Прималакт» в изученных дозах не вызвало значимых изменений в клиническом статусе лактирующих коров. В ходе опыта температура тела, частота пульса, количество дыхательных движений и сокращения рубца не выходили за границы референсных значений для данного вида животных. При обследовании молочной железы коров обеих групп выявлено, что реакция (изменение местной температуры, конфигурации надвымянных лимфатических узлов) на введение «Прималакта» отсутствовала. Опытные и контрольные доли вымени не отличались друг от друга. Кожа вымени оставалась эластичной и безболезненной. Анализ морфологических и некоторых биохимических показате-

лей крови свидетельствует о том, что через 72 часа после введения препарата достоверных изменений не установлено.

Реакция секрета вымени с Масттестом по часам у животных обеих групп изменялась от сомнительной до положительной, что свидетельствует о раздражающем действии препарата, но к 72 часу у всех коров была отрицательной. Результаты исследований по влиянию «Прималакта» на молочную железу клинически здоровых лактирующих коров свидетельствуют о том, что однократное интрацестернальное введение препарата как в терапевтической дозе, так и в 3 раза ее превышающей, приводит к повышению числа соматических клеток, т. е. имеет место раздражающее действие препарата, которое проходит через 72 часа.

По данным R. Miller (1977) [16, с. 1203] лекарственные средства, вводимые интрацестернально и вызывающие незначительное раздражение тканей молочной железы сроком не более 96 часов, пригодны для терапии мастита у коров.

Библиографический список

1. Брюхова И. В. Эффективность «Прималакта» для лечения мастита у коров в период лактации // Актуальные проблемы и инновации в современной ветеринарной фармакологии и токсикологии: материалы V международного съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов. Витебск, 2015. С. 206–207.
2. Артемьева О. А. Скрининг стада молочных коров на наличие в молоке гемолитических микроорганизмов во взаимосвязи с содержанием соматических клеток // Сельскохозяйственная биология. 2015. № 6. С. 810–816. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.6.810rus.
3. Ирхина В. К. Электропунктура и гомеопатические препараты при лечении субклинического мастита у коров // Аграрный вестник Урала. 2015. № 2 (132). С. 20–22.
4. Duarte C. M. Technological advances in bovine mastitis diagnosis: an overview // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2015. Vol. 27 (6). Pp. 665–672. DOI: 10.1177/1040638715603087.
5. Новиков В. В., Басова Н. Ю., Махфуз Р. А., Скорилов А. В. Оценка терапевтической эффективности противомаститных препаратов в условиях молочно-товарных ферм Краснодарского края // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2019. № 3. С. 180–183. DOI: 10.34617/2m3k-aa15.
6. Артемьева О. А. Антибиотикорезистентность штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных из молока высокопродуктивных коров // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 6. С. 867–874. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.6.867rus.
7. Пименов Н. В. Изучение профилактической и лечебной эффективности препарата бактериофагов при маститах у коров в условиях молочно-товарной фермы // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. № 5 (53). С. 83–89. DOI: 10.18551/rjoas.2016-05.11.
8. Пашенцев А. В. Иммунный статус клинически здоровых коров при применении иммунофана // Ветеринарный фармакологический вестник. 2019. № 2 (7). С. 68–72. DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.68.
9. Канторович Ю. А. Разработка новых комбинированных антимикробных препаратов для ветеринарии // Актуальные проблемы и инновации в современной ветеринарной фармакологии и токсикологии: материалы V международного съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов. Витебск, 2015. С. 14–16.
10. Бирюкова Н. П., Русаков С. В., Напалкова В. В. Общие принципы доклинической оценки безопасности фармакологических лекарственных средств для ветеринарного применения // Ветеринарный врач. 2018. № 1. С. 3–9.
11. Брюхова И. В. Эффективность применения «Прималакта» для лечения эндометритов у коров // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. 2017. Т. 53. № 2. С. 22–25.
12. Брюхова И. В. Изучение местно-раздражающего действия прималакта на кожные покровы // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Троицк, 2016. С. 21–23.
13. Смирнов А. М., Шабунин С. В., Рецкий М. И., Донник И. М., Скира В. Н., Суворов А. В., Бабышова Л. В. Новые методы исследований по проблемам ветеринарной медицины // Методы исследований по проблемам незаразной патологии у продуктивных животных. Часть III. М.: РАСХН, 2007. 418 с.
14. Комаров В. Ю. Диагностика воспаления молочной железы, как фактор продуктивного долголетия молочных коров // Научный журнал молодых ученых. 2018. № 4 (13). С. 2–7.
15. Кугелев И. М. Эффективность применения ветеринарного препарата «Бовистэм» для крупного рогатого скота производства ООО «Новистем» при лечении маститов [Электронный ресурс] // Международный научно-иссле-

тельский журнал. 2019. № 12-2 (90). С. 131–136. URL: <https://research-journal.org/agriculture/effektivnost-primeneniya-veterinarnogo-preparata-bovistem-dlya-krupnogo-rogatogo-skota-proizvodstva-ooo-novistem-pri-lechenii-mastitov/> (дата обращения: 13.02.2020). DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.074.

16. Miller R. Proposed intramammary infusion product guialelius. // J. Am. Veter. Med. Ass. 1977. V. 10. No. 2. Pp. 1203–1204.

Об авторах:

Ирина Викторовна Брюхова¹, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2251-0581, AuthorID 280742; +7 903 652-63-16, irina.bryukhova@mail.ru

Николай Тимофеевич Климов¹, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0001-9151-2746, AuthorID 682965; +7 950 756-99-28

Нина Алексеевна Хохлова¹, научный сотрудник, ORCID 0000-0001-6861-2554, AuthorID 760172; +7 908 137-69-23, nina_xoxlova@mail.ru

Юлия Алексеевна Чаплыгина¹, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-1348-3684, AuthorID 844015; +7 951 555-35-10

¹ Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, Воронеж, Россия

Study of the effect of the drug “Primalact” on the organism and mammary gland of lactating cows

I. V. Bryukhova¹, N. T. Klimov¹, N. A. Khokhlova¹✉, Yu. A. Chaplygina¹

¹ All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Voronezh, Russia

✉E-mail: nina_xoxlova@mail.ru

Abstract. The problem of prevention and treatment of mammary gland diseases in cows does not lose its relevance at the present time. Therefore, the veterinary pharmacologists face the task of developing new drugs to combat mastitis, which have a wide spectrum of antimicrobial activity and minimal side effects. **The propose** of the study was to assess the effect of the complex antibacterial drug “Primalact” on the clinical status, morphological and biochemical blood indicators of lactating cows and the detection of irritating effect on the mammary gland tissue. **Methodology and methods.** After intracisternal administration of “Primalact” at therapeutic (5 ml) and three-fold therapeutic (15 ml) doses, the general clinical condition of the animals and the state of the mammary gland tissues were analyzed, the change in the qualitative indicators of the udder secretion by the content of somatic cells and in the reaction with Masttest was evaluated. The results obtained during the experiment were statistically processed. **Results.** Examination data showed the absence of significant changes in the clinical condition of experimental animals and mammary gland tissue 12, 24, 48, and 72 hours after the use of “Primalact”. The results of blood morpho-biochemical analysis indicate the absence of significant changes in 72 hours. The reaction of the udder secretion with Masttest and the analysis of the content of somatic cells in milk of animals of both groups revealed the presence of a slightly irritating effect in the studied drug, terminating to 72 hours after application. According to the data of R. Miller (1977), drugs for intracisternal administration, which cause slight irritation of mammary gland tissue for a period of not more than 96 hours, are suitable for the treatment of mastitis in cows.

Keywords: “Primalact”, complex drug, mammary gland, mastitis, somatic cells, blood morphology and biochemistry, Masttest, milk, irritating effect.

For citation: Bryukhova I. V., Klimov N. T., Khokhlova N. A., Chaplygina Yu. A. Izuchenie vliyaniya preparata “Primalakt” na organizm i molochnyuyu zhelezu laktiruyushchikh korov [Study of the effect of the drug “Primalact” on the organism and mammary gland of lactating cows] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 49–56. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-49-56. (In Russian.)

Paper submitted: 02.03.2020.

References

1. Bryukhova I. V. Effektivnost’ “Primalakta” dlya lecheniya mastita u korov v period laktatsii [The efficacy of “Primalact” for the treatment of mastitis in cows during lactation] // Aktual’nyye problemy i innovatsii v sovremennoy veterinarnoy farmakologii i toksikologii: materialy V mezhdunarodnogo s’yezda veterinarnykh farmakologov i toksikologov Vitebsk, 2015. Pp. 206–207.

2. Artem’eva O. A. Skrining stada molochnykh korov na nalichie v moloche gemoliticheskikh mikroorganizmov vo vzaimosvyazi s sodержaniyem somaticheskikh kletok [Screening of dairy cows’ herd for presence in milk of hemolytic microorganisms in relation to somatic cell content] // Sel’skokhozyaistvennaya biologiya. 2015. No. 6. Pp. 810–816. DOI: 10.15389/agrobiol.2015.6.810rus.

3. Irkhina V. K. Elektropunktura i gomeopaticheskiye preparaty pri lechenii subklinicheskogo mastita u korov [Electropuncture and homeopathic medicines in the treatment of subclinical mastitis in cows] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 2 (132). Pp. 20–22.
4. Duarte C. M. Technological advances in bovine mastitis diagnosis: an overview // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2015. Vol. 27 (6). Pp. 665–672. DOI: 10.1177/1040638715603087.
5. Novikov V.V. Novikov V. V., Basova N. YU., Makhfuz R. A., Skorikov A. V. Otsenka terapevticheskoy effektivnosti protivomastitnykh preparatov v usloviyakh molochno-tovarnykh ferm krasnodarskogo kraya [Evaluation of the therapeutic efficiency of anti-mastitis preparation under the conditions of commercial dairy farms of krasnodar territory] // Sbornik nauchnykh trudov SKNIIZH. 2019. No. 3. Pp. 180–183. DOI: 10.34617/2m3k-aa15.
6. Artem'yeva O. A Antibiotikorezistentnost' shtammov Staphylococcus aureus, vydelennykh iz moloka vysokoproduktivnykh korov [Antibiotic-resistance profile of staphylococcus aureus strains isolated from milk of high yield cows in central russia] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. No. 6. Pp. 867–874. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.6.867rus.
7. Pimenov N. V. Izucheniye profilakticheskoy i lechebnoy effektivnosti preparata bakteriofagov pri mastitakh u korov v usloviyakh molochno-tovarnoy fermy [Studying of preventive and medical effectiveness of bacteriophages' preparation at mastitis of cows in the conditions of lactic and commodity farm] // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. No. 5 (53). Pp. 83–89. DOI: 10.18551/rjoas.2016-05.11.
8. Pashentsev A. V. Immunnyy status klinicheskikh zdorovykh korov pri primenenii imunofana [Immunological status of clinically healthy cows with the use of imunofan] // Bulletin of Veterinary Pharmacology. 2019. No. 2 (7). Pp. 68–72. DOI: 10.17238/issn2541-8203.2019.2.68.
9. Kantorovich Ju. A. Kantorovich YU. A. Razrabotka novykh kombinirovannykh antimikrobykh preparatov dlya veterinarii [Development of new combined antimicrobial agents for veterinary medicine] // Aktual'nyye problemy i innovatsii v sovremennoy veterinarnoy farmakologii i toksikologii: materialy V mezhdunarodnogo s"yezda veterinarnykh farmakologov i toksikologov. Vitebsk, 2015. Pp. 14–16.
10. Biryukova N. P., Rusakov S. V., Napalkova V. V. Obshchiye printsipy doklinicheskoy otsenki bezopasnosti farmakologicheskikh lekarstvennykh sredstv dlya veterinarnogo primeneniya [General principles of preclinical safety evaluation of pharmacological drugs for veterinary use] // Veterinarnyy vrach. 2018. No. 1. Pp. 3–9.
11. Bryukhova I. V. Effektivnost' primeneniya «Primalakta» dlya lecheniya endometritov u korov [The efficacy of the use of Primalact for the treatment of endometritis in cows] // Uchenyye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny. 2017. T. 53. No. 2. Pp. 22–25.
12. Bryukhova I. V. Izucheniye mestno-razdrazhayushchego deystviya primalakta na kozhnyye pokrovy [The study of the local irritating effect of Primalact on the skin] // Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. Troitsk, 2016. Pp. 21–23.
13. Smirnov A. M., Shabunin S. V., Retskiy M. I., Donnik I. M., Skira V. N., Suvorov A. V., Babyshova L. V. Novyye metody issledovaniy po problemam veterinarnoy meditsiny [New research methods on problems of veterinary medicine] // Metody issledovaniy po problemam nezaraznoy patologii u produktivnykh zhivotnykh. CHast' III. Moscow: RASKHN, 2007. 418 p.
14. Komarov V. YU. Diagnostika vospaleniya molochnoy zhelezy, kak faktor produktivnogo dolgoletiya molochnykh korov [Diagnosis of the mammary gland inflammation as a factor in the productive longevity of dairy cows] // Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh. 2018. No. 4 (13). Pp. 2–7.
15. Kugelev I. M. Effektivnost' primeneniya veterinarnogo preparata “Bovistem” dlya krupnogo rogatogo skota proizvodstva OOO “Novistem” pri lechenii mastitov [Effectiveness of application of “Bovistem” veterinary drug for cattle of LLC “Novistem” production in treatment of mastitis] [e-resource] // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2019. No. 12-2 (90). Pp. 131–136. URL: <https://research-journal.org/agriculture/effektivnost-primeneniya-veterinarnogo-preparata-bovistem-dlya-krupnogo-rogatogo-skota-proizvodstva-ooo-novistem-pri-lechenii-mastitov/> (appeal date: 13.02.2020). DOI: 10.23670/IRJ.2019.90.12.074.
16. Miller R. Proposed intramammary infusion product gualelius. // J. Am. Veter. Med. Ass. 1977. V. 10. No. 2. Pp. 1203–1204.

Authors' information:

Irina V. Bryukhova¹, candidate of veterinary sciences, senior scientific associate, ORCID 0000-0003-2251-0581, AuthorID 280742; +7 903 652-63-16, irina.bryuhova@mail.ru

Nikolay T. Klimov¹, doctor of veterinary sciences, chief scientific associate; ORCID 0000-0001-9151-2746, AuthorID 682965; +7 950 756-99-28

Nina A. Khokhlova¹, scientific associate, ORCID 0000-0001-6861-2554, AuthorID 760172; +7 908 137-69-23, nina_xoxlova@mail.ru

Yuliya A. Chaplygina¹, junior scientific associate, ORCID 0000-0002-1348-3684, AuthorID 844015; +7 951 555-35-10

¹ All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Voronezh, Russia

Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми

Г. Н. Табаленкова¹, О. В. Дымова¹, Т. К. Головки¹

¹ Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия

E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

Аннотация. Цель. Специализация сельскохозяйственного производства и спектр возделываемых культур в Республике Коми характеризуются низкой теплообеспеченностью, коротким вегетационным периодом, бедностью и повышенной кислотностью почв, что определяет подбор культивируемых растений. Для развития и повышения эффективности северного растениеводства приоритетное значение имеют расширение ассортимента возделываемых культур за счет новых сортов и гибридов, адаптированных к холодному климату. За последние два десятилетия в центральном агроклиматическом районе Республики Коми продолжительность периода с температурой выше +10 °С увеличилась с 88 до 95 дней, сумма активных температур возросла от 1400 до 1560 °С, что позволяет расширить ассортимент возделываемых кормовых культур, в том числе и за счет новых сортов кукурузы. Для решения этой задачи было проведено изучение продуктивности и содержания питательных веществ в биомассе кукурузы при выращивании в центральном агроклиматическом районе Республики Коми. **Методы.** В качестве объекта использовали сорт Дорка – раннеспелый трехлинейный гибрид, отличающийся на начальных этапах быстрым ростом, холодо- и засухоустойчивостью. Деляночный опыт был заложен на площади 100 м², участок расположен вблизи г. Сыктывкара. В биомассе кукурузы определяли содержание пигментов, растворимых углеводов, элементный и аминокислотный состав. **Результаты.** Установлено, что при позднем сроке посева (20 июня), который был обусловлен холодным и влажным вегетационным периодом, и при сумме эффективных температур менее 1800 °С современный сорт Дорка способен сформировать 564 ц/га зеленой массы и 106 ц/га сухой массы. Содержание протеина в сухой биомассе составляло 15,6 %, растворимых углеводов – 200 г/кг, каротиноидов – 140 мг/кг, аминокислот – 52 г/кг, из них незаменимых – 18,7 г/кг. Биомасса кукурузы богата кальцием и магнием. **Научная новизна.** С учетом тенденции к потеплению климата кукуруза может оказаться полезной в качестве селекционного материала и занять свое место при расширении ассортимента возделываемых кормовых культур в центральном и южном агроклиматических районах Республики Коми.

Ключевые слова: кукуруза, продуктивность, зеленая масса, минеральный состав, каротиноиды, сахара, аминокислоты.

Для цитирования: Табаленкова Г. Н., Дымова О. В., Головки Т. К. Продуктивность и состав биомассы кукурузы в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 57–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65.

Дата поступления статьи: 24.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Значительная часть территории РФ, в том числе Республика Коми, расположена на Севере в зоне рискованного земледелия [1, с. 5]. Специализация сельскохозяйственного производства на Севере и спектр возделываемых культур ограничиваются низкой теплообеспеченностью и коротким вегетационным периодом, бедностью и повышенной кислотностью почв, что определяет подбор культивируемых растений. Почвенно-климатические условия центрального и южного агропроизводственных округов Республики Коми, расположенных в подзоне южной и средней тайги европейского Северо-Востока России, позволяют успешно выращивать картофель, овощи, зерновые культуры (овес, ячмень, рожь). Современные принципы образования высокопродуктивных агроценозов включают максимально эффективное использование условий среды и потенциала культур. Формирование продуктивности северных агроценозов определяется своеобразием по-

чвенно-климатических факторов и степенью адаптированности сортов. Для развития и повышения эффективности северного растениеводства приоритетное значение имеют расширение ассортимента возделываемых культур за счет новых сортов и гибридов, адаптированных к холодному климату, в том числе и кукурузы.

Кукуруза (*Zea mays* L.) – однолетнее однодомное разнополюе перекрестноопыляемое растение семейства злаковых (Poaceae). Родина кукурузы – Центральная и Южная Америка, где ее возделывают с древнейших времен. В Старом Свете кукуруза появилась в XV–XVI вв. Селекция кукурузы прошла длительный период развития. В настоящее время кукуруза – это хлебная и кормовая культура, занимающая по посевной площади третье место в мире (после пшеницы и риса). Высокая продуктивность этой культуры, определяющаяся С4-типом фотосинтеза и интенсивными ростовыми процессами, обусловила ее широкое использование в пищевых и кормовых целях.

Кукуруза – одна из самых высокоурожайных и теплолюбивых сельскохозяйственных культур. Прорастание семян возможно при минимальной температуре 8–10 °C, всходы в фазе «два листа» выдерживают кратковременные заморозки до –2 °C. Прирост вегетативной массы кукурузы начинается при температурах выше +10 °C. Осенью процессы накопления сырой массы заканчиваются при температурах ниже +12 °C. Наиболее благоприятны для роста и развития растений в период «всходы – выбрасывание метелок» среднесуточные температуры 20–23 °C. Важными критериями для оценки пригодности местности для выращивания кукурузы являются среднесуточные температуры за период с мая по сентябрь или сумма эффективных температур за этот период. Сумма среднесуточных активных температур, необходимых для нормального развития растений кукурузы скороспелых сортов, равна 1800–2000 °C, среднеспелых и позднеспелых сортов – 2300–2600 °C. Продуктивность кукурузы зависит не только от ее генетического потенциала, но и от реализации потенциала продуктивности в различных почвенно-климатических условиях, поэтому сейчас большее значение уделяется адаптивной селекции [2, с. 665]. Условием стабильного производства кукурузы на зерно и зеленую массу в северных регионах России является создание ультраанних холодостойких гибридов, способных выдерживать температуру почвы ниже биологического минимума [3, с. 26]. В настоящее время ежегодно обновляются сведения по сортам и гибридам кукурузы, прошедшим государственное испытание, включенным в Государственный реестр селекционных достижений и допущенным к использованию [4, с. 27, 28]. Сведения о потенциальной урожайности, устойчивости к вредителям, болезням, качестве семян кукурузы разной группы спелости позволяют подбирать оптимальные сорта и гибриды кукурузы [5, с. 15]. В результате селекции зона выращивания кукурузы на силос и зерно за последнее время существенно продвинулась на север. Это позволяет распространить культуру в регионы с коротким и сравнительно прохладным вегетационным периодом [2, с.665; 6, с.54,56]. В последнее время на всей территории России наблюдаются агроклиматические изменения, связанные с глобальным потеплением климата [7, с. 7, 66]. В центральном агроклиматическом районе Республики Коми за последние два десятилетия наблюдаются существенные изменения погодно-климатических условий: увеличилась продолжительность периода с температурой свыше +10 °C с 88 до 95 дней, сумма активных температур возросла от 1400 до 1560 °C [8, с. 22].

В связи с этим целью работы было изучение продуктивности и содержания питательных веществ в биомассе кукурузы при выращивании в центральном агроклиматическом районе Республики Коми.

Методология и методы исследования (Methods)

Опыты проводили в 2018 г. на базе Института биологии Коми НЦ УрО РАН (ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН) близ г. Сыктывкара (61°67' с. ш., 50°83' в. д.). В качестве объекта использовали сорт Дорка – раннеспелый трехлинейный гибрид, отличающийся на начальных этапах быстрым ростом, холодо- и засухоустойчивостью. Сорт Дорка включен в Госреестр по Восточно-Сибирскому региону на си-

лос. Для агрохимической характеристики почвы определяли содержание подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову, $pH_{вод.}$ – ионометрически.

Растения кукурузы выращивали на опытном участке площадью 100 м² с типичной подзолистой среднекультурной почвой, содержание P₂O₅ составляло 320 мг/кг, K₂O – 209 мг/кг, $pH_{водный}$ – 6,8. Семена высевали вручную в гряды (высота до 10 см) на глубину 6 см с шагом 0,15 м, расстояние между рядами – 0,7 м, норма высева – 6 шт/м². Из-за холодной сырой погоды в мае и в первой декаде июня посев проводили 20 июня.

Для характеристики накопления биомассы отбирали рандомизированно по 10–15 типичных растений, разделяли на органы, образцы взвешивали и высушивали при 105 °C.

Содержание пигментов в листьях определяли в ацетоновой вытяжке на спектрофотометре UV-1700 (фирма Шимадзу, Япония) при длинах волн 662 и 644 нм – хлорофиллы, 478 нм – каротиноиды. Состав каротиноидов анализировали методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), как описано в работе [9, с. 521]. Определение содержания водорастворимых низкомолекулярных углеводов выполняли в лиофильно-высушенном материале спектрофотометрическим методом по колориметрированию избытка щелочного раствора гексацианоферрата (III) калия после реакции с редуцирующими сахарами. Содержание углерода и общего азота определяли с помощью элементного CHNS-O анализатора (EA-1110, Италия), минеральные элементы – методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе SPECTRO CIROS-CCD после минерализации проб 65-процентной HNO₃ в присутствии H₂O₂. Аминокислотный состав сухой биомассы определяли на аминокислотном анализаторе AAA T-339 (Чехия) после гидролиза навески в 6 н HCl при 105 °C в течение 24 ч.

В таблицах представлены средние арифметические значения и их стандартные ошибки.

Результаты (Results)

Вегетационный период 2018 г. был сравнительно прохладным и влажным. Среднемесячная температура мая (5,1 °C) и начала июня (7,1 °C) была на 2 °C ниже средне-многолетней. За вегетационный период осадков выпало на 20 % больше, чем по среднемноголетним данным. Следует отметить, что кукуруза относится к светолюбивым растениям короткого дня. Продолжительный световой день, характерный для климата Республики Коми, способствует удлинению вегетационного периода кукурузы, а лимитирующим фактором его продолжительности является температура.

Период от посева семян до появления первых всходов составил 18 дней. Цветение метелок наступало через 60 дней после полных всходов. К фазе цветения метелок кукуруза образовала 10–11 листьев, высота растения составляла более 2 м и заметно превышала высоту растений данного сорта в вегетационный период 2017 г. [8, с. 21]. К уборке кукуруза сорта Дорка в расчете на растение накапливала до 1143 г сырой и 230 г сухой биомассы (таблица 1).

Таблица 1
Накопление сырой и сухой биомассы растениями кукурузы сорта Дорка

Дата	Листья	Стебли с влагалищами листьев	Корни	Метелка	Початок	Целое растение
Сырая масса, г/растение						
18.07	10,7 ± 2,3	10,8 ± 3,0	3,2 ± 0,9	Отсутствует		24,7 ± 5,8
12.09	173,1 ± 25,4	608,2 ± 88,6	202,3 ± 30,3	11,2 ± 4,4	148,8 ± 88,6	1143,6 ± 161,9
Сухая масса, г/растение						
18.07	1,4 ± 0,3	0,8 ± 0,2	0,4 ± 0,1	Отсутствует		2,6 ± 0,6
12.09	45,0 ± 6,6	109,5 ± 15,9	52,2 ± 7,8	5,6 ± 2,2	16,7 ± 9,9	229,0 ± 32,1

Table 1
Accumulation of fresh and dry biomass by corns plants cv. Dorka

Date	Leaves	Stems with leaf sheath	Roots	Panicle of maize	Ear of corn	Whole plant
Fet weight g/plant						
18.07	10.7 ± 2.3	10.8 ± 3.0	3.2 ± 0.9	Is absent		24.7 ± 5.8
12.09	173.1 ± 25.4	608.2 ± 88.6	202.3 ± 30.3	11.2 ± 4.4	148.8 ± 88.6	1143.6 ± 161.9
Dry weight, g/plant						
18.07	1.4 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.4 ± 0.1	Is absent		2.6 ± 0.6
12.09	45.0 ± 6.6	109.5 ± 15.9	52.2 ± 7.8	5.6 ± 2.2	16.7 ± 9.9	229.0 ± 32.1

Наибольшую долю (53 %) в биомассе целого растения составляли стебли с листовыми влагалищами, на долю листьев приходилось около 15 %, початков – 13 % и корней – 18 % сухой биомассы целого растения. Основную функцию создания пластических веществ, необходимых для роста и образования урожая, несут сформированные листья. По нашим данным [8, с. 22], кукуруза по фотосинтетической активности не уступает традиционным культурам, которые выращиваются в условиях центрального агроклиматического района Республики Коми.

Содержание сухого вещества перед уборкой зеленой массы составляло в листьях 26 %, стеблях с влагалищами листьев – 18 %, початках – 11 %. Несмотря на поздний из-за холодной погоды посев, к уборке (середина сентября) посев кукурузы сформировал 564 ц/га зеленой массы и 106 ц/га сухой массы.

Достижения в селекции и технологии выращивания кукурузы поставили ее в ряд наиболее продуктивных и технологичных культур. Кукуруза получила широкое распространение как силосная культура, питательная ценность которой во многом определяется накоплением в хозяйственно-полезной массе минеральных веществ, аминокислот и углеводов. Основную массу сухого вещества растений образует органическое вещество, состоящее из органогенных элементов: углерода, водорода, кислорода и азота. Кукуруза является азотофилом. В первые недели после всходов темпы роста растений были низкие, прирост за неделю составлял 5–7 см. По данным [10, с. 52–53], в начальный период развития растения усиленно поглощают азот, обеспечивая его накопление в запас для использования в период интенсивного роста. Азот является необходимым элементом для формирования ассимиляционной поверхности и обеспечения ее функциональной активности. Содержание азота в листьях кукурузы сорта Дорка составляло 27 мг/г сухой массы, или 48 % от содержания азота в надземной массе, в стеблях – соответственно 8 мг/г и 35 % (таблица 2).

В расчете на надземную массу целого растения в кукурузе содержалось свыше 2,5 г азота, или 15,6 % сырого протеина, что сопоставимо с результатами других авторов [11, с. 40; 12, с. 156]. Значительная часть азотистых соединений была представлена белковым азотом. Наибольшая концентрация белкового азота (около 16 мг/г сухой массы) отмечена в листьях. Его концентрация в стеблях с влагалищами листьев была в 5 раз меньше. Содержание углерода изменялось незначительно и составляло в среднем 440 мг/г сухой массы. Основная доля углерода приходилась на стебли с влагалищами листьев (таблица 2).

В надземной массе кукурузы содержится в среднем около 6 % золы. К уборке урожая надземная масса кукурузы накапливала около 4 г/растение основных макроэлементов – кальция, калия, магния и фосфора (таблица 2). Анализ распределения этих элементов в целом растении показал, что большая часть Са приходится на листья, тогда как Р, Mg и особенно К – на стебли с влагалищами листьев. Это обусловлено высокой концентрацией данных элементов и значительной долей органов в общей биомассе растения.

Аминокислоты содержатся во всех тканях растений. Они играют важную роль в обмене веществ, многие из них служат активаторами ферментов и витаминов. Состав аминокислот влияет на качество кормов. Их недостаток вызывает серьезные заболевания животных. Исследования показывают, что отсутствие или недостаток незаменимых аминокислот в корме приводит к нарушению обмена веществ. Содержание белковых аминокислот в листьях кукурузы было в 5 раз выше, чем в стеблях с влагалищами листьев (таблица 3). Азот аминокислот составлял соответственно 57 и 34 % общего азота этих органов. В надземной биомассе кукурузы нами выявлено 17 аминокислот, из них цистин и метионин в следовых количествах. Надземные органы кукурузы отличались высоким содержанием моноаминодикарбоновых кислот (аспаргиновая, глутаминовая) и моноаминомонокарбоновых кислот (глицин, аланин,

Таблица 2

Содержание элементов минерального питания в надземной массе кукурузы сорта Дорка

Часть растения	N	C	Ca	Mg	K	P
мг/г сухой массы						
Листья	27,0 ± 3	433 ± 15	8,3 ± 2,5	2,2 ± 0,7	13 ± 5	4,5 ± 1,4
Стебли с влагалищами листьев	8,2 ± 0,9	431 ± 15	1,4 ± 0,4	1,0 ± 0,3	14 ± 6	2,4 ± 0,7
Метелка	20,3 ± 2,2	459 ± 16	3,4 ± 1,0	2,0 ± 0,6	16 ± 6	4,5 ± 1,3
Початок	19,3 ± 2,1	428 ± 15	0,9 ± 0,3	1,4 ± 0,4	17 ± 7	4,0 ± 1,2
мг/растение						
Листья	1215 ± 278	19485 ± 3312	373 ± 164	99 ± 44	585 ± 304	203 ± 91
Стебли с влагалищами листьев	898 ± 143	47194 ± 8023	153 ± 68	109 ± 49	1533 ± 858	263 ± 113
Метелка	114 ± 50	2570 ± 1079	19 ± 12	11 ± 7	90 ± 68	25 ± 17
Початок	322 ± 220	7148 ± 4431	15 ± 12	23 ± 20	284 ± 280	67 ± 59
Вся надземная масса	2549	76397	560	242	2492	558
Доля минеральных элементов в надземной массе растения, %						
Листья	48	26	67	40	24	36
Стебли с влагалищами листьев	35	62	27	45	62	48
Метелка	5	3	3	5	4	4
Початок	12	9	3	10	10	12

± Δ – границы интервала абсолютной погрешности при P = 0,95.

Table 2

The content of mineral nutrition elements and carbon in the above-ground part of maize plants cv. Dorka

Part of the plant	N	C	Ca	Mg	K	P
mg/g dry weight						
Leaves	27.0 ± 3	433 ± 15	8.3 ± 2.5	2.2 ± 0.7	13 ± 5	4.5 ± 1.4
Stems with leaf sheath	8.2 ± 0.9	431 ± 15	1.4 ± 0.4	1.0 ± 0.3	14 ± 6	2.4 ± 0.7
Panicle of maize	20.3 ± 2.2	459 ± 16	3.4 ± 1.0	2.0 ± 0.6	16 ± 6	4.5 ± 1.3
Ear of corn	19.3 ± 2.1	428 ± 15	0.9 ± 0.3	1.4 ± 0.4	17 ± 7	4.0 ± 1.2
mg/plant						
Leaves	1215 ± 278	19485 ± 3312	373 ± 164	99 ± 44	585 ± 304	203 ± 91
Stems with leaf sheath	898 ± 143	47194 ± 8023	153 ± 68	109 ± 49	1533 ± 858	263 ± 113
Panicle of maize	114 ± 50	2570 ± 1079	19 ± 12	11 ± 7	90 ± 68	25 ± 17
Ear of corn	322 ± 220	7148 ± 4431	15 ± 12	23 ± 20	284 ± 280	67 ± 59
Total above-ground mass	2549	76397	560	242	2492	558
The part of mineral nutrition elements in above-ground mass plants, %						
Leaves	48	26	67	40	24	36
Stems with leaf sheath	35	62	27	45	62	48
Panicle of maize	5	3	3	5	4	4
Ear of corn	12	9	3	10	10	12

± Δ – absolute error interval limit at R = 0.95

валин, лейцин, изолейцин). На эти аминокислоты в метелках и стеблях приходилось соответственно 54 и 65 % суммы всех аминокислот. В метелках отмечена высокая доля (12 %) аминокислоты – пролина. По способности к синтезу в организме человека и животных аминокислоты разделяются на заменимые (глицин, серин, аланин, аспарагиновая кислота, аспарагин, глутаминовая кислота, глутамин, пролин), условно заменимые (аргинин, гистидин, тирозин, цистеин) и незаменимые (валин, лейцин, изолейцин, треонин, лизин, триптофан, фенилаланин, метионин). Доля незаменимых аминокислот в процентах от суммы всех аминокислот составляла от 31 % в стеблях с влагалищами листьев до 39 % в листьях. По содержанию аминокислот, в том числе и незаменимых, надземная масса кукурузы не уступает, а в отдельных случаях превышает распространенные в регионе кормовые злаки [1, с. 165].

С продуктивностью растений связано содержание пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) и их состояние в листьях. Растения являются главным и единственным природным источником этих соединений для травоядных животных. Как известно, животные организмы не способны синтезировать желтые пигменты – каротиноиды, которые служат важными регуляторами метаболизма и являются основой зрительных пигментов, ответственных за восприятие света и различение цветов у животных. Из них наиболее известным является β-каротин – провитамин А [13, с. 18–20]. Так, в зерне кукурузы может содержаться от 0 до 4.6 мкг/г β-каротина [14, с. 47–48].

Согласно нашим данным, содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях кукурузы сильно зависело от возраста растений (таблица 4).

Таблица 3
Содержание аминокислот в надземной массе кукурузы, сорта Дорка

Аминокислоты	Листья	Стебли с влагалищами листьев	Метелка	Початок
мг/г сухой массы				
Аспаргиновая	12,6 ± 2,0	2,4 ± 0,4	9,6 ± 1,5	7,4 ± 1,2
Треонин	6,0 ± 1,0	0,8 ± 0,1	4,2 ± 0,7	2,8 ± 0,44
Серин	5,6 ± 0,8	0,9 ± 0,1	4,3 ± 0,6	3,1 ± 0,44
Глутаминовая	15,4 ± 2,0	4,1 ± 0,5	9,8 ± 1,3	13,3 ± 1,7
Пролин	6,5 ± 2,0	0,9 ± 0,3	10,3 ± 3,2	3,2 ± 1,0
Глицин	6,6 ± 1,1	1,1 ± 0,2	4,6 ± 0,7	3,5 ± 0,6
Аланин	10,2 ± 1,9	2,6 ± 0,5	6,6 ± 1,3	6,2 ± 1,2
Цистеин	0,6	0,1	0,3	0,4
Валин	6,7 ± 0,9	1,3 ± 0,2	4,7 ± 0,7	3,8 ± 0,5
Метионин	1,3	0,1	0,5	0,3
Изолейцин	5,5 ± 0,7	0,8 ± 0,1	3,5 ± 0,4	2,7 ± 0,3
Лейцин	11,6 ± 1,5	1,8 ± 0,2	6,9 ± 0,9	5,7 ± 0,7
Тирозин	5,4 ± 1,1	1,8 ± 0,4	3,8 ± 0,8	3,9 ± 0,8
Фенилаланин	6,6 ± 1,1	0,9 ± 0,1	3,8 ± 0,6	3,6 ± 0,6
Гистидин	2,1 ± 0,4	0,3 ± 0,1	1,6 ± 0,3	1,0 ± 0,2
Лизин	6,8 ± 1,1	1,0 ± 2	5,4 ± 0,9	2,8 ± 0,4
Аргинин	6,0 ± 1,1	0,8 ± 0,2	3,8 ± 0,7	2,5 ± 0,5
Сумма аминокислот	115,4	21,7	83,7	66,1
Сумма незаменимых аминокислот	44,5	6,70	29,0	21,7
мг/растение				
Сумма аминокислот	5193	2376	469	1104
Сумма незаменимых аминокислот	2003	734	162	362,4

± Δ – границы интервала абсолютной погрешности при P = 0,95.

Table 3
Amino acid content in the above-ground part of maize plants cv. Dorka

Amino acids	Leaves	Stems with leaf sheath	Panicle of maize	Ear of corn
mg/g dry weight				
Aspartic	12.6 ± 2.0	2.4 ± 0.4	9.6 ± 1.5	7.4 ± 1.2
Threonine	6.0 ± 1.0	0.8 ± 0.1	4.2 ± 0.7	2.8 ± 0.44
Serine	5.6 ± 0.8	0.9 ± 0.1	4.3 ± 0.6	3.1 ± 0.44
Glutamic	15.4 ± 2.0	4.1 ± 0.5	9.8 ± 1.3	13.3 ± 1.7
Proline	6.5 ± 2.0	0.9 ± 0.3	10.3 ± 3.2	3.2 ± 1.0
Glycine	6.6 ± 1.1	1.1 ± 0.2	4.6 ± 0.7	3.5 ± 0.6
Alanine	10.2 ± 1.9	2.6 ± 0.5	6.6 ± 1.3	6.2 ± 1.2
Cysteine	0.6	0.1	0.3	0.4
Valine	6.7 ± 0.9	1.3 ± 0.2	4.7 ± 0.7	3.8 ± 0.5
Methionine	1.3	0.1	0.5	0.3
Isoleucine	5.5 ± 0.7	0.8 ± 0.1	3.5 ± 0.4	2.7 ± 0.3
Leucine	11.6 ± 1.5	1.8 ± 0.2	6.9 ± 0.9	5.7 ± 0.7
Tyrosine	5.4 ± 1.1	1.8 ± 0.4	3.8 ± 0.8	3.9 ± 0.8
Phenylalanine	6.6 ± 1.1	0.9 ± 0.1	3.8 ± 0.6	3.6 ± 0.6
Histidine	2.1 ± 0.4	0.3 ± 0.1	1.6 ± 0.3	1.0 ± 0.2
Lysine	6.8 ± 1.1	1.0 ± 2	5.4 ± 0.9	2.8 ± 0.4
Arginine	6.0 ± 1.1	0.8 ± 0.2	3.8 ± 0.7	2.5 ± 0.5
Total content amino acids	115.4	21.7	83.7	66.1
Total content of the essential amino acids	44.5	6.70	29.0	21.7
mg/plant				
Total content amino acids	5193	2376	469	1104
Total content of the essential amino acids	2003	734	162	362.4

± Δ – absolute error interval limit at R = 0.95.

Таблица 4
Содержание зеленых и желтых пигментов в листьях кукурузы сорта Дорка

Дата	Хлорофиллы	Каротиноиды	β-каротин
мг/г сухой массы			
18.07	11,57 ± 0,87	2,03 ± 0,30	0,84 ± 0,09
12.09	2,95 ± 0,47	0,55 ± 0,08	0,03 ± 0,01
мг/растение			
18.07	16,2	2,8	1,2
19.09	132,3	24,8	1,4

Table 4
The content of the green and yellow pigments in the maize leaves cv. Dorka

Date	Chlorophylls	Carotenoids	β-carotin
mg/g dry weight			
18.07	11.57 ± 0.87	2.03 ± 0.30	0.84 ± 0.09
12.09	2.95 ± 0.47	0.55 ± 0.08	0.03 ± 0.01
mg/plant			
18.07	16.2	2.8	1.2
19.09	132.3	24.8	1.4

Таблица 5
Содержание растворимых сахаров в надземной массе кукурузы сорта Дорка

Части растения	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров
мг/г сухой массы			
Листья	33 ± 7	21 ± 4	54 ± 10
Стебли с влагалищами листьев	126 ± 4	130 ± 4	256 ± 9
Початок	245 ± 9	79 ± 14	324 ± 35
мг/г сырой массы			
Листья	9 ± 2	5 ± 1	14 ± 2
Стебли с влагалищами листьев	23 ± 1	24 ± 1	47 ± 2
Початок	28 ± 1	9 ± 2	37 ± 4
г/растение			
Листья	1,5	0,9	2,4
Стебли с влагалищами листьев	13,8	14,3	28,1
Початок	4,1	1,3	5,4
Вся надземная масса	19,4	16,5	35,9

Table 5
The content of the soluble sugars in the above-ground part of maize plants cv. Dorka

Part of the plant	Monosaccharides	Disaccharides	Total sugar content
mg/g dry weight			
Leaves	33 ± 7	21 ± 4	54 ± 10
Stems with leaf sheath	126 ± 4	130 ± 4	256 ± 9
Ear of corn	245 ± 9	79 ± 14	324 ± 35
mg/g wet weight			
Leaves	9 ± 2	5 ± 1	14 ± 2
Stems with leaf sheath	23 ± 1	24 ± 1	47 ± 2
Ear of corn	28 ± 1	9 ± 2	37 ± 4
g/plant			
Leaves	1.5	0.9	2.4
Stems with leaf sheath	13.8	14.3	28.1
Ear of corn	4.1	1.3	5.4
Total above-ground biomass	19.4	16.5	35.9

Несмотря на снижение концентрации (в четыре раза), к уборке зеленой массы листья кукурузы (в расчете на одно растение) накапливали 132 мг хлорофиллов и около 25 мг каротиноидов, среди которых на долю β -каротина приходилось 6 %. По-видимому, уменьшение доли β -каротина обусловлено понижением температуры воздуха к осени (сентябрь). В целом, по накоплению пигментов кукуруза сопоставима с культивируемыми в Коми однолетними и многолетними злаковыми растениями [1, с. 155], но несколько уступает растениям кукурузы из южных регионов [15, с. 289, 292].

Ценной составной частью биомассы кормовых растений, особенно при использовании на силос, являются углеводы. По физиологическому значению углеводы представляют собой активные метаболиты, запасные и структурные вещества. Наши данные показывают, что к уборке урожая в зеленой массе кукурузы содержалось до 36 г растворимых сахаров (таблица 5). Большую их часть (54 %) составляли моносахара (глюкоза + фруктоза). Наибольшее количество сахаров содержали стебли с влагалищами листьев.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Итак, в регионе с ограниченной теплообеспеченностью (сумма эффективных температур менее 1800 °С) кукуруза сорта Дорка способна сформировать 560 ц/га зеленой массы с высокой питательной ценностью, что свидетельствует о ее пригодности для использования в качестве зеленого корма и силосования. С учетом тенденции к потеплению климата кукуруза может оказаться полезной в качестве селекционного материала и занять свое место при расширении ассортимента возделываемых кормовых культур в центральном и южном агроклиматических районах Республики Коми.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках тем НИР «Физиология и стрессоустойчивость фотосинтеза растений и пойкилогидрических фотоавтотрофов в условиях Севера» № ГР АААА-А17-117033010038-7 и проекта Комплексной программы УрО РАН «Фототрофные организмы как компонент живой природы и индикатор климатических изменений» (№ 18-4-4-20).

Библиографический список

1. Табаленкова Г. Н., Головки Т. К. Продукционный процесс культурных растений в условиях холодного климата. СПб.: Наука, 2010. 231 с.
2. Ильин В. С., Логинова А. М., Губин С. В., Гетц Г. В. Кукуруза в Сибири. Успехи селекции // АПК России. 2016. Т. 23. № 3 С. 664–668.
3. Сотченко В. С., Горбачева А. Г., Панфилов А. Э., Ветошкина И. А., Казакова Н. И. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева // Кормопроизводство. 2019. № 4. С. 26–31.
4. Фильчугина Е. Я., Рогатина Н. С., Сыроежина Н. С., Маринин Н. И., Новгородская И. О., Терентьева О. В. Новые сорта и гибриды кукурузы и сорговых культур, рекомендованные к возделыванию в хозяйствах Российской Федерации с 2019 года // Кукуруза и сорго. 2019. № 3. С. 27–35.
5. Елисеев С. Л., Елисеев А. С. Вызревание зерна кукурузы в северных районах кукурузосеяния // Пермский аграрный вестник. 2015. № 1 (9). С. 11–18.
6. Пестерева Е. С., Павлова С. А., Захарова Г. Е., Кузьмина А. В., Жиркова Н. Н. Урожайность и питательная ценность кукурузы и их смесей для заготовки сочных кормов в условиях центральной Якутии // Аграрная наука. 2018. № 9. С. 54–56.
7. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М., 2017. 70 с.
8. Головки Т. К., Дальке И. В., Шморгунов Г. Т., Триандофилов А. Ф., Тулинов А. Г. Рост растений и продуктивность кукурузы в холодном климате // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 2. С. 19–23. DOI: 10.31857/S2500-26272019219-24.
9. Dymova O., Khristin M., Miszalski Z., Kornas A., Strzalka K., Golovko T. Seasonal variations of leaf chlorophyll-protein complexes in the wintergreen herbaceous plant *Ajuga reptans* L. // Functional Plant Biology. 2018. Vol. 45 (5). Pp. 519–527. DOI: 10.1071/FP17199.
10. Иванова З. А., Нагудова Ф. Х. Прирост сухого вещества и продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от удобрений // Успехи современного естествознания. 2016. № 7. С. 51–55.
11. Титова В. И., Баранов А. И., Белоусова Е. Г. Использование сапропеля при выращивании кукурузы на серых лесных почвах нижегородской области // Агрохимия. 2019. № 1. С. 36–41. DOI: 10.1134/S0002188119010137.
12. Schiavon M., Macolino S., Leinauer B., Ziliotto U. Seasonal Changes in Carbohydrate and Protein Content of Seeded Bermudagrasses and Their Effect on Spring Green-Up // Journal of Agronomy and Crop Science. 2016. Vol. 202. Pp. 151–160. DOI: 10.1111/jac.12135.
13. Eggersdorfer M., Wyss A. Carotenoids in human nutrition and health // Archives of Biochemistry and Biophysics. 2018. Vol. 652. Pp. 18–26. DOI: 10.1016/j.abb.2018.06.001.
14. Changan S., Chaudhary D.P., Kumar S., Kumar B., Kaul S., Guleria S., Jat S. L., Singode A., Tufchi M., Langan S., Yadav O. P. Biochemical characterization of elite maize (*Zea mays*) germplasm for carotenoids composition // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2017. Vol. 871. No. 1. Pp. 46–50.
15. Fieta-Soriano E., Diaz L., Bonet E., Munne-Bosch S. Melatonin may exert a protective role against drought stress in maize // Journal of Agronomy and Crop Science. 2017. Vol. 203. Pp. 286–294.

Об авторах:

Галина Николаевна Табаленкова¹, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0002-1147-2746, AuthorID 97731; tabalenkova@ib.komisc.ru

Ольга Васильевна Дымова¹, доктор биологических наук, и. о. ведущего научного сотрудника, ORCID 0000-0003-2008-6350, AuthorID 87481

Тамара Константиновна Головкин¹, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0002-7993-9541, AuthorID 78295

¹ Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия

Productivity and composition of maize biomass in the central agroclimatic region of the Komi Republic

G. N. Tabalenkova¹, O. V. Dymova¹, T. K. Golovko¹

¹ Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

✉ E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

Abstract. In the Komi Republic agricultural production and crops are characterized by low heat availability, short growing season, poor and acidic soil. This determines the selection of cultivated plants. In order to develop and increase the efficiency of northern crop production, expanding the range of cultivated crops through new varieties and hybrids adapted to cold climates is a priority. Over the past twenty years in the central agroclimatic region of the Komi Republic the period with temperatures above 10 °C has increased from 88 to 95 days, and the sum of active temperatures has increased from 1400 to 1560 °C. This allows to expand the range of cultivated fodder crops, including new varieties of corn. Studies on the possibility of growing of maize cultivars (*Zea mays* L.) in the central agro-climatic region of the Komi Republic were carried out. The subject of this study was the modern maize cultivar, Dorka, an early three-line hybrid characterized by rapid growth, cold and drought resistance in the initial stages of development. *Zea mays* plants were grown in a field on an area of 100 m² near Syktyvkar (61.67 N, 50.76 E). Seeds of *Zea mays* were sown late, June 20, due to cold and raw weather in May – first decade of June. At a sum of effective temperatures of less than 1800 °C the Dorka cultivar formed 564 c/ha of green (fresh) mass and 106 c/ha of dry mass. In dry biomass the content of soluble sugars consist of 200 g/kg, carotenoids was 140 g/kg, amino acids – 52 g/kg, among them essential amino acids – 18.7 g/kg. The biomass of maize cultivar, Dorka, is rich in calcium and magnesium. Thus, in terms of crop productivity and nutritional value of biomass, the maize cultivar, Dorka, is promising for cultivation in the central and southern agro-climatic regions of the Komi Republic. It is suitable for use as green feed and silting.

Keywords: maize, productivity, green mass, mineral composition, carotenoids, sugars, amino acids.

For citation: Tabalenkova G. N., Dymova O. V., Golovko T. K. Produktivnost' i sostav biomassy kukuruzy v usloviyakh tsentral'nogo agroklimaticheskogo rayona Respubliki Komi [Productivity and composition of maize biomass in the central agroclimatic region of the Komi Republic] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 57–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-57-65. (In Russian.)

Paper submitted: 24.01.2020.

References

1. Tabalenkova G. N., Golovko T. K. Produktivnyy protsess kul'turnykh rasteniy v usloviyakh kholodnogo klimata [Crops productive process in cold climate]. Saint Petersburg: Nauka, 2010. 231 p. (In Russian.)
2. Il'in V. S., Loginova A. M., Gubin S. V., Getts G. V. Kukuruza v Sibiri. Uspekhi selektsii [Maize in Siberia. The success of selection] // Agro-industrial complex of Russia. 2016. Vol. 3. No. 3. Pp. 664–668. (In Russian.)
3. Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Panfilov A. E., Vetoshkina I. A., Kazakova N. I. Urozhay i uborochnaya vlazhnost' zerna gibridov kukuruzy v raznykh ekologicheskikh usloviyakh v zavisimosti ot srokov poseva [Grain yield and water content of maize hybrids as affected by climate conditions and seeding date] // Fodder production. 2019. No. 4. Pp. 26–31. (In Russian.)
4. Fil'chugina E. Ya., Rogatina N. S., Syroezhina N. S., Marinin N. I., Novgorodskaya I. O., Terent'eva O. V. [Novye sorta i gibridy kukuruzy i sorgovykh kul'tur, rekomendovannye k vozdel'yvaniyu v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii s 2019 goda // Kukuruza i sorgo. 2019. No. 3. Pp. 27–35. (In Russian.)
5. Eliseev S. L., Eliseev A. S. Vyzrevanie zerna kukuruzy v severnykh rayonakh kukuruzoseyaniya [Ripening maize grain in northern zones of maize seeding] // Perm Agrarian Journal. 2015. No. 1 (9). Pp. 11–18. (In Russian.)
6. Pestereva E. S., Pavlova S. A., Zakharova G. E., Kuz'mina A. V., Zhirkova N. N. Urozhaynost' i pitatel'naya tsennost' kukuruzy i ikh smesey dlya zagotovki sochnykh kormov v usloviyakh tsentral'noy Yakutii [The yield and nutritive value of maize

and their mixtures for harvesting succulent fodder in conditions of central Yakutia] // Agrarian science. 2018. No. 9. Pp. 54–56. (In Russian.)

7. Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2016 god [A report on climate features on the territory of the Russian Federation in 2016]. Moscow, 2017. 70 p. (In Russian.)

8. Golovko T. K., Dalke I. V., Shmorgunov G. T., Triandafilov A. F., Tulinov A. G. Rost rasteniy i produktivnost' kukuruzy v kholodnom klimate [Plants growth and productivity of corn in a cold climate] // Rossiyskaya se'skokhozyaystvennaya nauka. 2019. Vol. 45. No. 3. Pp. 251–255. DOI: 10.3103/S1068367419030078. (In Russian.)

9. Dymova O., Khristin M., Miszalski Z., Kornas A., Strzalka K., Golovko T. Seasonal variations of leaf chlorophyll-protein complexes in the wintergreen herbaceous plant *Ajuga reptans* L. // Functional Plant Biology. 2018. Vol. 45 (5). Pp. 519–527. DOI: 10.1071/FP17199.

10. Ivanova Z. A., Nagudova F. Kh. Prirost sukhogo veshchestva i produktivnost' gibridov kukuruzy v zavisimosti ot udobreniy [The increase of dry matter and productivity of maize hybrids depending on the fertilizer] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2016. No. 7. Pp. 51–55. (In Russian.)

11. Titova V. I., Baranov A. I., Belousova E. G. Ispol'zovanie saptopelya pri vyrashchivani kukuruzy na serykh lesnykh pochvakh Nizhegorodskoy oblasti [Assessment of saptopel application for corn cultivation on gray forest soils of the Nizhny Novgorod region] // Agrokimiya. 2019. No. 1. Pp. 36–41. (In Russian.)

12. Schiavon M., Macolino S., Leinauer B., Ziliotto U. Seasonal Changes in Carbohydrate and Protein Content of Seeded Bermudagrasses and Their Effect on Spring Green-Up // Journal of Agronomy and Crop Science. 2016. Vol. 202. Pp. 151–160. DOI: 10.1111/jac.12135.

13. Eggersdorfer M., Wyss A. Carotenoids in human nutrition and health // Archives of Biochemistry and Biophysics. 2018. Vol. 652. Pp. 18–26. DOI: 10.1016/j.abb.2018.06.001.

14. Changan S., Chaudhary D.P., Kumar S., Kumar B., Kaul S., Guleria S., Jat S. L., Singode A., Tufchi M., Langan S., Yadav O. P. Biochemical characterization of elite maize (*Zea mays*) germplasm for carotenoids composition // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2017. Vol. 871. No. 1. Pp. 46–50.

15. Fieta-Soriano E., Diaz L., Bonet E., Munne-Bosch S. Melatonin may exert a protective role against drought stress in maize // Journal of Agronomy and Crop Science. 2017. Vol. 203. Pp. 286–294.

Authors' information:

Galina N. Tabalenkova¹, doctor of biological sciences, associate professor, leading researcher, ORCID 0000-0002-1147-2746, AuthorID 97731; tabalenkova@ib.komisc.ru

Olga V. Dymova¹, doctor of biological sciences, acting as leading researcher, ORCID 0000-0003-2008-6350, AuthorID 87481

Tamara K. Golovko¹, doctor of biological sciences, professor, principal researcher, ORCID 0000-0002-7993-9541, AuthorID 78295

¹ Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Интенсивность изменений активности ферментов в тканях толстого кишечника у поросят в разные фазы постнатального онтогенеза

М. Г. Терентьева^{1✉}, Н. В. Мардарьева¹

¹ Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары, Россия

✉ E-mail: maiya-7777@mail.ru

Аннотация. Цель работы – выяснение закономерностей возрастных изменений активности аспаратаминотрансферазы (АсАТ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ), α -амилазы, щелочной фосфатазы (ЩФ) и кислой фосфатазы (КФ) в тканях разных частей слепой кишки у поросят крупной белой породы в разных фазах питания раннего постнатального периода системогенеза свиней. **Методы.** Активности ферментов определяли спектрофотометрическим методом (UV-1800) и с использованием набора реагентов компании ОАО «Витал Девелопмент Корпорейшн» (Санкт-Петербург). Активность ферментов АсАТ и АлАТ определяли по методу Райтмана и Френкеля. ГГТ – унифицированным колориметрическим методом по «конечной точке». Активность α -амилазы измеряли по методу Каравая. Уровень КФ, ЩФ определяли по методу Бессея – Лоури – Брока. **Результаты.** Степень структурно-химических изменений в тканях слепой кишки у поросят высока в ранние фазы постнатального периода, в течение первых четырех месяцев жизни. Особенно они выражены в переходные фазы питания. Наиболее интенсивные возрастные изменения обменных процессов в тканях слепой кишки у поросят выявлены между молозивно-молочной и первой молочной, между первой и второй молочными, между третьей молочной и молочно-дефинитивной, а также между первой и второй дефинитивными фазами. Установлены сроки стабилизации активности отдельных ферментов в тканях кишки. Они выявляются у поросят в более поздние фазы питания. **Научная новизна исследования заключается** в том, что выявлены характер и интенсивность возрастных изменений активности аспарат- и аланинаминотрансфераз, гамма-глутамилтрансферазы, α -амилазы, кислой и щелочной фосфатаз в тканях разных частей слепой кишки у растущих поросят.

Ключевые слова: системогенез, фазы питания, постнатальный период, функциональная система, ферменты, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, γ -глутамилтрансфераза, α -амилаза, щелочная и кислая фосфатаза, слепая кишка, поросята.

Для цитирования: Терентьева М. Г., Мардарьева Н. В. Интенсивность изменений активности ферментов в тканях толстого кишечника у поросят в разные фазы постнатального онтогенеза // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-66-75.

Дата поступления статьи: 05.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В процессе постнатального системогенеза структуры развивающегося организма объединяются в сложные интегральные функциональные системы, которые закладываются, формируются и совершенствуются пофазно, поэтапно, гетерогенно и избирательно обеспечивают необходимые жизненно важные физиологические отправления растущего организма в целом. Динамически формирующиеся функциональные системы приспособляют структуры и функции пищеварительных органов растущих животных к конечному результату, к усвоению постоянно изменяющегося состава и количества корма [1, с. 164; 2, с. 1; 3, с. 2169]. В связи с этим возрастные изменения активности ферментов в каждом отдельном органе или даже в части органа имеют свои специфические особенности [4, с. 101; 5, с. 12; 6, с. 108; 7, с. 67; 8, с. 195; 9, с. 1226; 10, с. 723].

Цель нашей работы – определение закономерностей возрастных изменений таких ферментных систем, как трансферазы (аланинаминотрансфераза – АлАТ, аспаратаминотрансфераза – АсАТ, гамма-глутамилтрансфераза – ГГТ), фосфатазы (щелочная – ЩФ и кислая – КФ) и α -амилаза в тканях слепой кишки у поросят. Исследование фазных изменений активности данных ферментов позволяет судить об асинхронных возрастных изменениях интенсивности обменных процессов в тканях слепой кишки у растущих поросят. Активность трансфераз отражает интенсивность белкового обмена в тканях, уровень α -амилазы – активность амилолитических процессов, обеспечивающих необходимую энергию клеткам тканей, активность фосфатаз – темпы обмена фосфорорганических соединений внутри клеток тканей [11, с. 7002; 12, с. 225; 13, с. 1; 14, с. 4706; 15, с. 456].

В постнатальный период развития пищеварительной системы у свиней нами выделены следующие фазы питания поросят: молозивная, молозивно-молочная (или первая переходная фаза), первая фаза молочного питания, вторая фаза молочного питания, третья фаза молочного питания, фаза молочного-дефинитивного питания (или вторая переходная фаза), первая фаза дефинитивного питания и вторая фаза дефинитивного питания [16, с. 83].

Методология и методы исследования (Methods)

Для исследований использовали чистопородных поросят крупной белой породы: хрячков в возрасте 1, 7 суток и боровков в возрасте 14, 21, 28, 60, 120 и 180 суток, выращенных в условиях свиного комплекса ОАО «Вурнарский мясокомбинат» Вурнарского района Чувашской Республики. Животные содержались в соответствии с параметрами зоогигиенических требований [17, с. 44; 18].

Эвтаназию поросят и все манипуляции выполняли согласно Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных [19]. Кишки толстого кишечника извлекали из брюшной полости, очищали от содержимого, промывали холодным физиологическим раствором, разделяли на части и пробы их тканей замораживали в жидком азоте для дальнейших исследований. В научной лаборатории Чувашской ГСХА в гомогенатах тканей слепой кишки спектрофотометрическим методом (UV-1800) и с использованием набора реагентов компании ОАО «Витал Девелопмент Корпорэйшн» определяли активности ферментов в соответствии с методиками. Расчет активности ферментов провели по калибровочному графику.

Результаты (Results)

После рождения, в течение первых четырех суток жизни, поросята питаются молозивом, находятся в молозивной фазе питания. Структура и функции пищевых функциональных систем молозивной фазы генетически запрограммированы обеспечивать новорожденным поросятам усвоение компонентов молозива. По нашим данным (таблица), в эту фазу питания у односуточных поросят по сравнению с другими фазными группами в тканях разных частей слепой кишки активность исследуемых ферментов неодинакова.

В тканях проксимальной части слепой кишки определяется относительно высокая активность АлАТ (мкмоль/г·ч) – $15,6 \pm 1,23$, АсАТ (мкмоль/г·ч) – $19,8 \pm 1,27$ и ЩФ – $132,9 \pm 6,9$. Вместе с тем активность ГГТ (мкмоль/г·ч) – $111,2 \pm 5,2$, α -амилазы (мг/(с·ч)) – $0,131 \pm 0,008$, КФ (мкмоль/г·ч) – $2,6 \pm 0,21$ – относительно низкая.

В тканях медиальной части двенадцатиперстной кишки в молозивной фазе питания поросят в сравнении с другими фазами питания обнаруживается относительно высокая активность ЩФ (мкмоль/г·ч) – $113,4 \pm 9,3$. Активность АлАТ – $10,4 \pm 0,56$, АсАТ – $11,3 \pm 0,76$, ГГТ – $27,1 \pm 0,91$, α -амилазы – $0,129 \pm 0,006$ и КФ – $3,9 \pm 0,12$ – относительно низкая.

В тканях дистальной части двенадцатиперстной кишки в молозивной фазе питания поросят по сравнению с результатами последующих фаз питания, как и в тканях медиальной части, относительно высокая лишь активность ЩФ – $117,1 \pm 5,1$. Активность других ферментов относи-

тельно низкая: АлАТ – $13,2 \pm 0,77$, АсАТ – $13,6 \pm 0,72$, ГГТ – $134,8 \pm 5,3$, α -амилазы – $0,048 \pm 0,003$ и КФ – $2,5 \pm 0,17$.

Таким образом, в молозивной фазе питания поросят раннего постнатального периода системогенеза свиней, судя по уровню ферментов, в тканях проксимальной части слепой кишки по сравнению с последующими фазами питания обнаруживается относительно высокая активность белкового обмена с преобладанием процессов трансаминирования, связанных с активностью аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы. Вместе с тем скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту относительно низкая. В тканях проксимальной части слепой кишки в молозивной фазе питания поросят в отношении последующих фаз питания также выявляется относительно высокая интенсивность процессов гидролиза эфиров фосфорной кислоты с участием щелочной фосфатазы. Однако активность амилолитических процессов, обеспечивающих необходимую энергию клеткам тканей и темпы обмена фосфорорганических соединений, осуществляемые с помощью кислой фосфатазы в тканях проксимальной части слепой кишки, относительно низкие. В тканях медиальной и дистальной частей слепой кишки процессы переаминирования, связанные с активностью аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту, активность амилолитических процессов, обеспечивающих необходимую энергию клеткам тканей и темпы обмена фосфорорганических соединений, осуществляемые с помощью кислой фосфатазы в молозивной фазе питания поросят в отношении последующих фаз питания, относительно низкие. Лишь интенсивность процессов гидролиза эфиров фосфорной кислоты с участием щелочной фосфатазы относительно высокая.

В течение первых 5–7 суток жизни поросят (в первой переходной, молозивно-молочной фазах питания раннего постнатального периода системогенеза) значительно изменяется состав поступающей химуса в слепую кишку: уменьшается количество органических компонентов, повышается доля воды. Вновь опережающе сформированная пищевая функциональная система изменяет структуру и функции тканей этой кишки у растущих поросят, приспособляет кишку к усвоению новых составных частей пищи, что отражается на активности исследуемых ферментов в тканях изучаемых частей слепой кишки. В тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки у семисуточных поросят в молозивно-молочной фазе питания активность АлАТ и АсАТ по сравнению с предыдущей фазой питания поросят существенно не изменяется. Активности ферментов ГГТ, α -амилазы и ЩФ в молозивно-молочной фазе питания в тканях всех частей слепой кишки существенно возрастают. Активность ГГТ в тканях проксимальной части возрастает в 1,8 раза, $p \leq 0,001$, до $203,4 \pm 6,1$; в медиальной – в 3,2 раза, $p \leq 0,001$, до $86,2 \pm 3,4$; в дистальной – в 1,5 раза, $p \leq 0,001$, до $203,1 \pm 7,7$. Активность α -амилазы в этой фазе питания поросят увеличивается соответственно в 1,5 раза, $p \leq 0,01$, до $0,203 \pm 0,011$; в 1,4 раза, $p \leq 0,05$, до $0,187 \pm 0,017$; в 3,2 раза, $p \leq 0,001$, до $0,156 \pm 0,009$. Активность ЩФ повышается соответственно в 1,4 раза, $p \leq 0,01$, до $187,1 \pm 7,8$;

в 1,3 раза, $p \leq 0,01$, до $151,7 \pm 6,6$; в 1,3 раза, $p \leq 0,01$, до $153,0 \pm 6,7$. Интенсивность процессов гидролиза эфиров фосфорной кислоты с участием кислой фосфатазы сохраняется на уровне молозивной фазы.

Таким образом, в первой переходной, молозивно-молочной фазах питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях изучаемых частей слепой кишки у поросят выявляется относительно высокая активность белкового обмена, связанная с процессами трансаминирования аминокислот с участием АЛАТ и повышенной скоростью переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту. В течение первой переходной фазы питания поросят скорость амилолитических процессов с участием α -амилазы и интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки повышается. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием кислой фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой остается низкой.

В первой фазе молочного питания, с 8 по 14 сутки жизни, поросята переходят на материнское молочное питание. Вместе с тем в хозяйстве с 8-суточного возраста поросятам дополнительно скормливают престаер в соответствии с инструкцией применения. В условиях измененного состава изучаемых частей кишки изменение активности АЛАТ несущественное. Активность АсАТ с возрастом поросят достоверно изменяется лишь в тканях проксимальной части, снижается на 42,3 %, $p \leq 0,001$, до $12,7 \pm 0,85$. В тканях медиальной и дистальной частей кишки в эту фазу питания поросят уровень фермента остается неизменным. Уровень ГТТ в тканях проксимальной части кишки возрастает в 1,4 раза, $p \leq 0,001$, до $284,9 \pm 8,1$; в тканях медиальной части повышается в 2,9 раза, $p \leq 0,001$, до $246,6 \pm 7,6$; в дистальной – в 1,3 раза, $p \leq 0,001$, до $274,5 \pm 8,7$. Уровень фермента α -амилазы значительно увеличивается: в проксимальной и медиальной частях – в 1,6 раза, до $0,322 \pm 0,013$, $p \leq 0,001$ и до $0,299 \pm 0,019$, $p \leq 0,001$; в дистальной – в 1,9 раза, $p \leq 0,001$, до $0,306 \pm 0,014$. Активность ЩФ в этой фазе питания поросят повышается в тканях всех частей слепой кишки: в проксимальной – в 1,5 раза $p \leq 0,001$, до $278,5 \pm 7,8$; в медиальной – в 1,7 раза, $p \leq 0,001$, до $252,5 \pm 8,7$; в дистальной – в 1,3 раза, $p \leq 0,01$, до $193,6 \pm 8,1$. Изменение активности КФ в первой фазе молочного питания в тканях всех изучаемых частей слепой кишки не достоверное.

Таким образом, в первой фазе молочного питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях различных частей слепой кишки у двухнедельных поросят процессы трансаминирования аминокислот с участием АЛАТ и АсАТ остаются на уровне молозивно-молочной фазы, а скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту повышается. В течение первой молочной фазы питания поросят скорость амилолитических процессов с участием α -амилазы и интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей

слепой кишки повышается. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием кислой фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой остается низкой.

Во второй фазе молочного питания поросят, с 15- по 21-суточный возраст, значительно увеличивается объем поступающего химуса в слепую кишку. В условиях изменения количества и состава поступающего химуса в слепую кишку у трехнедельных поросят характер фазных возрастных изменений АЛАТ и АсАТ в тканях всех изучаемых частей слепой кишки существенно не изменяется. Активность ГТТ в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки существенно уменьшается: соответственно на 78,4 %, $p \leq 0,001$, до $61,5 \pm 2,4$; на 74,7 %, $p \leq 0,001$, до $246,6 \pm 7,6$; на 63,3 %, $p \leq 0,001$, до $100,7 \pm 8,8$. Активность α -амилазы в изучаемых частях слепой кишки изменяется несущественно. Во второй фазе молочного питания поросят активность ЩФ в тканях слепой кишки резко снижается соответственно на 71,4 %, $p \leq 0,001$, до $79,7 \pm 2,9$; на 61,6 %, $p \leq 0,001$, до $96,9 \pm 3,7$; на 62,4 %, $p \leq 0,001$, до $72,8 \pm 2,6$. Активность КФ, наоборот, в тканях всех трех частей слепой кишки значительно увеличивается: соответственно в 2,8 раза, $p \leq 0,001$, до $27,4 \pm 2,1$; в 3,4 раза, $p \leq 0,001$, до $17,1 \pm 2,2$; в 3,4 раза, $p \leq 0,001$, до $16,4 \pm 2,5$.

Таким образом, можно заключить, что во второй фазе молочного питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях изучаемых частей слепой кишки у двадцатидневных поросят процессы трансаминирования аминокислот с участием АЛАТ и аАсАТ остаются на уровне первой молочной фазы, а скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту уменьшается. В течение второй молочной фазы питания поросят скорость амилолитических процессов с участием α -амилазы не изменяется, сохраняется на уровне предыдущей фазы. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки, снижается, а с участием кислой фосфатазы – значительно увеличивается.

В третьей фазе молочного питания поросят, с 22- по 28-суточный возраст, значительно увеличивается объем поступающего химуса в слепую кишку. В условиях изменения количества и состава поступающего химуса в слепую кишку у четырехнедельных поросят фазные возрастные изменения уровней АЛАТ и АсАТ в тканях кишки несущественные. Активность ГТТ значительно увеличивается: в проксимальной фазе – в 4,2 раза, $p \leq 0,001$, до $258,8 \pm 6,8$; в медиальной – в 3,8 раза, $p \leq 0,001$, до $236,5 \pm 5,9$; в дистальной – в 1,7 раза, $p \leq 0,001$, до $171,4 \pm 7,2$. Уровень α -амилазы в третьей фазе молочного питания поросят существенно падает в тканях всех частей слепой кишки: соответственно на 49,4 %, $p \leq 0,001$, до $0,161 \pm 0,016$; на 53,7 %, $p \leq 0,001$, до $0,127 \pm 0,017$; на 54,15 %, $p \leq 0,001$, до $0,135 \pm 0,008$. Активность ЩФ продолжает уменьшаться: в проксимальной фазе – на 34,7 %, $p \leq 0,001$, до $52,1 \pm 1,9$; в медиальной – на 57,5 %, $p \leq 0,001$, до $41,2 \pm 1,7$; дистальной – на 46,3 %, $p \leq 0,001$, до $39,1 \pm 1,6$. Активность КФ в тканях всех частей слепой кишки поросят сохраняется на относительно высоком уровне.

Таблица
Изменения активности ферментов в тканях слепой кишки у поросят в разные фазы постнатального онтогенеза

Возраст, сут.	1	7	14	21	28	60	120	180
АЛАТ мкмоль/г·ч								
Проксимальная	15,6 ± 1,23	16,4 ± 1,33	14,2 ± 0,88	12,4 ± 0,51	13,9 ± 0,41	13,2 ± 0,75	33,7 ± 2,84	35,9 ± 2,87
Медиальная	10,4 ± 0,56	12,9 ± 1,05	10,9 ± 0,35	12,2 ± 1,23	10,8 ± 0,69	14,1 ± 0,96	40,9 ± 3,56	30,2 ± 2,72
Дистальная	13,2 ± 0,77	15,0 ± 1,23	16,4 ± 0,46	14,3 ± 0,89	13,4 ± 0,67	12,7 ± 0,83	27,4 ± 2,70	29,3 ± 2,81
АСАТ мкмоль/г·ч								
Проксимальная	19,6 ± 1,27	22,8 ± 1,34	12,7 ± 0,85	14,7 ± 0,58	14,5 ± 0,36	16,9 ± 0,82	15,5 ± 0,65	38,3 ± 2,48
Медиальная	11,3 ± 0,76	9,9 ± 0,31	12,9 ± 0,44	14,6 ± 0,99	13,5 ± 0,62	14,6 ± 0,44	12,9 ± 0,42	38,2 ± 2,48
Дистальная	13,6 ± 0,72	15,2 ± 0,85	13,3 ± 0,56	12,2 ± 0,71	13,9 ± 0,44	15,6 ± 0,81	15,5 ± 0,86	44,1 ± 3,99
ГГТ, мкмоль/г·ч								
Проксимальная	111,2 ± 5,2	203,4 ± 6,1	284,9 ± 8,1	61,5 ± 2,4	258,8 ± 6,8	313,7 ± 8,1	53,5 ± 1,6	218,4 ± 6,6
Медиальная	27,1 ± 0,9	86,2 ± 3,4	246,6 ± 7,6	62,5 ± 1,8	236,5 ± 5,9	299,8 ± 7,5	151,4 ± 6,4	196,7 ± 6,7
Дистальная	144,8 ± 5,3	203,1 ± 4,7	274,5 ± 8,7	100,7 ± 8,8	171,4 ± 7,2	247,9 ± 6,3	87,4 ± 4,2	352,5 ± 8,2
α-амилаза мг/(с·ч)								
Проксимальная	0,131 ± 0,008	0,203 ± 0,011	0,322 ± 0,013	0,318 ± 0,012	0,161 ± 0,016	0,257 ± 0,015	0,228 ± 0,013	0,322 ± 0,018
Медиальная	0,129 ± 0,006	0,187 ± 0,017	0,299 ± 0,019	0,274 ± 0,008	0,127 ± 0,017	0,156 ± 0,009	0,167 ± 0,015	0,278 ± 0,015
Дистальная	0,048 ± 0,003	0,156 ± 0,009	0,306 ± 0,014	0,294 ± 0,011	0,135 ± 0,008	0,197 ± 0,011	0,229 ± 0,012	0,421 ± 0,023
ЩФ мкмоль/г·ч								
Проксимальная	132,9 ± 6,9	187,1 ± 7,8	278,5 ± 7,6	79,7 ± 2,9	52,1 ± 1,9	121,1 ± 4,8	154,9 ± 5,3	147,5 ± 6,3
Медиальная	113,4 ± 5,3	151,7 ± 6,6	252,5 ± 8,7	96,9 ± 3,7	41,2 ± 1,7	74,0 ± 4,2	111,8 ± 7,1	114,3 ± 6,9
Дистальная	117,3 ± 5,6	153,0 ± 6,7	193,6 ± 8,1	72,8 ± 2,6	39,1 ± 1,6	51,0 ± 2,9	82,9 ± 2,7	119,9 ± 7,1
КФ мкмоль/г·ч								
Проксимальная	2,6 ± 0,21	4,5 ± 0,34	5,2 ± 0,41	14,8 ± 1,2	16,2 ± 1,7	4,9 ± 0,13	5,5 ± 0,21	4,8 ± 0,29
Медиальная	3,9 ± 0,19	3,6 ± 0,22	5,0 ± 0,31	17,1 ± 2,2	15,6 ± 1,5	5,1 ± 0,27	4,8 ± 0,31	5,3 ± 0,19
Дистальная	2,5 ± 0,17	2,3 ± 0,13	4,8 ± 0,18	16,4 ± 2,5	14,3 ± 1,9	3,4 ± 0,16	2,9 ± 0,11	2,9 ± 0,16

Table
Changes in the activity of enzymes in the tissues of the cecum in piglets in different phases of postnatal ontogenesis

Age, days	1	7	14	21	28	60	120	180
ALAT, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{h}$								
Proximal	15.6 ± 1.23	16.4 ± 1.33	14.2 ± 0.88	12.4 ± 0.51	13.9 ± 0.41	13.2 ± 0.75	33.7 ± 2.84	35.9 ± 2.87
Medial	10.4 ± 0.56	12.9 ± 1.05	10.9 ± 0.35	12.2 ± 1.23	10.8 ± 0.69	14.1 ± 0.96	40.9 ± 3.56	30.2 ± 2.72
Distal	13.2 ± 0.77	15.0 ± 1.23	16.4 ± 0.46	14.3 ± 0.89	13.4 ± 0.67	12.7 ± 0.83	27.4 ± 2.70	29.3 ± 2.81
AsAT, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{h}$								
Proximal	19.6 ± 1.27	22.8 ± 1.34	12.7 ± 0.85	14.7 ± 0.58	14.5 ± 0.36	16.9 ± 0.82	15.5 ± 0.65	38.3 ± 2.48
Medial	11.3 ± 0.76	9.9 ± 0.31	12.9 ± 0.44	14.6 ± 0.99	13.5 ± 0.62	14.6 ± 0.44	12.9 ± 0.42	38.2 ± 2.48
Distal	13.6 ± 0.72	15.2 ± 0.85	13.3 ± 0.56	12.2 ± 0.71	13.9 ± 0.44	15.6 ± 0.81	15.5 ± 0.86	44.1 ± 3.99
GGT, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{h}$								
Proximal	111.2 ± 5.2	203.4 ± 6.1	284.9 ± 8.1	61.5 ± 2.4	258.8 ± 6.8	313.7 ± 8.1	53.5 ± 1.6	218.4 ± 6.6
Medial	27.1 ± 0.9	86.2 ± 3.4	246.6 ± 7.6	62.5 ± 1.8	236.5 ± 5.9	299.8 ± 7.5	151.4 ± 6.4	196.7 ± 6.7
Distal	144.8 ± 5.3	203.1 ± 4.7	274.5 ± 8.7	100.7 ± 8.8	171.4 ± 7.2	247.9 ± 6.3	87.4 ± 4.2	352.5 ± 8.2
α-amylase, $\text{mg}/(\text{s}\cdot\text{h})$								
Proximal	0.131 ± 0.008	0.203 ± 0.011	0.322 ± 0.013	0.318 ± 0.012	0.161 ± 0.016	0.257 ± 0.015	0.228 ± 0.013	0.322 ± 0.018
Medial	0.129 ± 0.006	0.187 ± 0.017	0.299 ± 0.019	0.274 ± 0.008	0.127 ± 0.017	0.156 ± 0.009	0.167 ± 0.015	0.278 ± 0.015
Distal	0.048 ± 0.003	0.156 ± 0.009	0.306 ± 0.014	0.294 ± 0.011	0.135 ± 0.008	0.197 ± 0.011	0.229 ± 0.012	0.421 ± 0.023
ALP, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{h}$								
Proximal	132.9 ± 6.9	187.1 ± 7.8	278.5 ± 7.6	79.7 ± 2.9	52.1 ± 1.9	121.1 ± 4.8	154.9 ± 5.3	147.5 ± 6.3
Medial	113.4 ± 5.3	151.7 ± 6.6	252.5 ± 8.7	96.9 ± 3.7	41.2 ± 1.7	74.0 ± 4.2	111.8 ± 7.1	114.3 ± 6.9
Distal	117.3 ± 5.6	153.0 ± 6.7	193.6 ± 8.1	72.8 ± 2.6	39.1 ± 1.6	51.0 ± 2.9	82.9 ± 2.7	119.9 ± 7.1
AP, $\mu\text{mol/g}\cdot\text{h}$								
Proximal	2.6 ± 0.21	4.5 ± 0.34	5.2 ± 0.41	14.8 ± 1.2	16.2 ± 1.7	4.9 ± 0.13	5.5 ± 0.21	4.8 ± 0.29
Medial	3.9 ± 0.19	3.6 ± 0.22	5.0 ± 0.31	17.1 ± 2.2	15.6 ± 1.5	5.1 ± 0.27	4.8 ± 0.31	5.3 ± 0.19
Distal	2.5 ± 0.17	2.3 ± 0.13	4.8 ± 0.18	16.4 ± 2.5	14.3 ± 1.9	3.4 ± 0.16	2.9 ± 0.11	2.9 ± 0.16

Таким образом, в третьей фазе молочного питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки у четырехнедельных поросят процессы трансаминирования аминокислот с участием АлАТ и АсАТ остаются на уровне второй молочной фазы, а скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту уменьшается. В течение третьей молочной фазы питания поросят скорость амилалитических процессов с участием α -амилазы значительно уменьшается. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки снижается, а с участием кислой фосфатазы – сохраняется на прежнем высоком уровне.

Во второй переходной, молочно-дефинитивной фазе питания поросят, с 29- по 60-суточный возраст, когда поросят переводят на основной рацион с добавлением молочных продуктов и БВМД, существенно изменяется количество и качество поступающих компонентов с пищей в органы пищеварения. Формирующиеся пищевые функциональные системы изменяют структуру и функции пищеварительных органов, что выражается в изменении в их тканях активности ферментных систем, в том числе и исследуемых нами ферментов. У двухмесячных поросят фазные возрастные изменения активности АлАТ и АсАТ в тканях всех частей слепой кишки недостоверны. Активность ГГТ в течение этой фазы поросят продолжает увеличиваться: в проксимальной фазе – в 1,2 раза, $p \leq 0,01$, до $313,7 \pm 8,1$, в медиальной – в 1,3 раза, $p \leq 0,001$, до $299,8 \pm 7,5$; в дистальной – в 1,4 раза, $p \leq 0,001$, до $247,9 \pm 6,3$. Активность α -амилазы в тканях всех изучаемых частей кишки сохраняется на уровне третьей фазы молочного питания. Уровень ЩФ в тканях всех изучаемых частей продолжает возрастать: соответственно в 2,3 раза, $p \leq 0,001$, до $121,1 \pm 4,8$; в 1,8 раза, $p \leq 0,001$, до $74,0 \pm 4,72$; в 1,3 раза, $p \leq 0,05$, до $51,0 \pm 2,9$. Активность КФ в тканях всех изучаемых частей слепой кишки резко падает соответственно на 69,8 %, $p \leq 0,001$, до $4,9 \pm 0,13$; на 67,4 %, $p \leq 0,001$, до $5,1 \pm 0,27$; на 76,2 %, $p \leq 0,001$, до $3,4 \pm 0,16$.

Таким образом, в молочно-дефинитивной фазе питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях всех частей слепой кишки у двухмесячных поросят процессы трансаминирования аминокислот с участием аланинаминотрансферазы и аспаратаминотрансферазы остаются на уровне третьей молочной фазы, а скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту увеличивается. В течение молочно-дефинитивной фазы питания поросят скорость амилалитических процессов с участием α -амилазы значительно возрастает. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки повышается, а с участием кислой фосфатазы – резко снижается.

В первой дефинитивной фазе питания поросят, с 60- по 120-суточный возраст, когда поросят переводят на ос-

новной рацион с добавлением БВМД, вновь существенно изменяется количество и качество поступающих компонентов с пищей в органы пищеварения. Формирующиеся пищевые функциональные системы приспособливают структуру и функции пищеварительных органов к особенностям поступающего корма, что выражается изменением в их тканях активности ферментных систем, в том числе и исследуемых нами ферментов. У четырехмесячных поросят активность АлАТ в тканях слепой кишки по сравнению с предыдущей фазой значительно повышается: соответственно в 2,5 раза, $p \leq 0,001$, до $33,7 \pm 2,84$; в 2,9 раза, $p \leq 0,001$, до $40,9 \pm 3,56$; в 2,2 раза, $p \leq 0,001$, до $27,4 \pm 2,70$. Фазные изменения активности АсАТ в тканях кишки недостоверны. Активность ГГТ в течение первой дефинитивной фазы питания поросят в тканях изучаемых частей существенно падает: соответственно на 82,9 %, $p \leq 0,001$, до $53,5 \pm 1,6$; на 49,5 %, $p \leq 0,001$, до $151,4 \pm 6,4$; на 64,8 %, $p \leq 0,001$, до $87,4 \pm 4,2$. Активность α -амилазы в тканях всех частей слепой кишки сохраняется на уровне предыдущего возраста. Активность ЩФ в тканях всех частей слепой кишки продолжает повышаться: в проксимальной фазе – в 1,3 раза, $p \leq 0,01$, до $154,9 \pm 5,3$; в медиальной – в 1,5 раза, $p \leq 0,01$, до $111,8 \pm 7,1$; в дистальной – в 1,6 раза, $p \leq 0,001$, до $82,9 \pm 2,7$. Активность КФ в тканях всех изучаемых частей слепой кишки с двухмесячного возраста поросят стабилизируется на низком уровне.

Таким образом, можно заключить, что в первой дефинитивной фазе питания раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях слепой кишки у четырехмесячных поросят процессы трансаминирования аминокислот с участием аланинаминотрансферазы значительно возрастают, а скорость переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту снижается. В течение первой дефинитивной фазы питания поросят скорость амилалитических процессов с участием α -амилазы сохраняется на уровне молочно-дефинитивной фазы. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров с участием щелочной фосфатазы по сравнению с предыдущей фазой в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки продолжает возрастать, а с участием кислой фосфатазы – стабилизируется на низком уровне.

Во второй дефинитивной фазе питания поросят, с 120- по 180-суточный возраст, когда поросят находятся в откормочной группе, в рационе повышается доля мясо-костной муки. Возрастное изменение активности АлАТ, в эту фазу питания в тканях всех изучаемых частей кишки не существенное, остается на уровне первой дефинитивной фазы питания. Активности ферментов АсАТ, ГГТ и α -амилазы в тканях всех изучаемых частей слепой кишки существенно возрастают. Активность АсАТ повышается соответственно в 2,5 раза, $p \leq 0,001$, до $38,3 \pm 2,48$; в 2,9 раза, $p \leq 0,001$, до $38,2 \pm 2,48$; в 2,8 раза, $p \leq 0,001$, до $44,1 \pm 3,99$. Активность ГГТ: в проксимальной фазе – в 4,1 раза, $p \leq 0,001$, до $218,4 \pm 6,6$; в медиальной – в 1,3 раза, $p \leq 0,01$, до $196,7 \pm 6,7$; в дистальной – в 4,0 раза, $p \leq 0,001$, до $352,5 \pm 8,2$. Активность α -амилазы: соответственно в 1,4 раза, $p \leq 0,01$, до $0,322 \pm 0,018$; в 1,7 раза, $p \leq 0,01$, до $0,278 \pm 0,015$; в 1,8 раза, $p \leq 0,001$, до $0,421 \pm 0,023$. Активность ЩФ в тка-

нях кишки с четырехмесячного возраста поросят стабилизируется на относительно высоком уровне.

Таким образом, во второй дефинитивной фазе питания поросят раннего постнатального периода системогенеза свиней, исходя из полученных данных, в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки у шестимесячных поросят интенсивность белкового обмена существенно повышается из-за увеличения активности процессов трансаминирования аминокислот с участием аспаратаминотрансферазы и вследствие возрастания скорости переноса g-глутаминовой группы от одного пептида на другой пептид или на аминокислоту. У поросят второй дефинитивной фазы питания скорость амилалитических процессов с участием α -амилазы намного выше, чем у поросят первой дефинитивной фазы. Интенсивность обмена ортофосфорных моноэфиров в тканях проксимальной, медиальной и дистальной частей слепой кишки с участием щелочной фосфатазы стабилизируется на высоком уровне с четырехмесячного, а с участием кислой фосфатазы – на низком уровне с двухмесячного возраста.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, анализ полученных результатов исследований свидетельствует, что наиболее интенсивные возрастные изменения обменных процессов в тканях слепой кишки у поросят обнаруживаются между молозивно-молочной и первой молочной, между первой и второй молочной, между третьей молочной и молочно-дефинитивной, а также между первой и второй дефинитивной фазами. Судя по срокам стабилизации исследуемых ферментных

систем, завершение структурно-химического формирования тканей слепой кишки у растущих поросят происходит в разных фазах питания. Активность АлАТ в тканях проксимальной и дистальной частей стабилизируется с первой дефинитивной фазы, а в тканях медиальной части она не выявляется. Активность АсАТ, ГГТ и α -амилазы в тканях кишки в течение изучаемого раннего постнатального системогенеза не стабилизируется. Активность ЩФ и КФ в тканях этой кишки стабилизируется с первой дефинитивной фазы. Таким образом, судя по стабилизации активности исследуемых ферментов, структурно-химическое формирование тканей слепой кишки не завершается.

Обобщение характеристик скорости обменных процессов в тканях слепой кишки у растущих поросят позволяет утверждать, что в тканях каждой части кишки отдельные обменные процессы проявляются неравномерно, с разной интенсивностью и последовательностью в зависимости от фазы питания и возраста поросенка. Фазные повышения и снижения интенсивности обменных процессов в тканях в разных частях слепой кишки у поросят, по-видимому, отражают асинхронность их постнатального формирования и включения динамически образующихся пищевых функциональных систем, конечной целью которых является регулирование синтеза органических структур тканей органов пищеварения, обеспечивающих переваривание поступающего корма и всасывание в его компонентов.

Данные согласуются с принципом избирательности созревания отдельных звеньев функциональных систем в соответствии с экологическими особенностями животных [1, с. 164; 2, с. 1; 3, с. 2169].

Библиографический список

1. Крейк А. И. Ключевая идея теории функциональных систем П. К. Анохина // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сборник международной научно-практической конференции. Челябинск, 2016. С. 164–166.
2. Судаков К. В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П. К. Анохина // Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2011. № 1. С. 1–5.
3. Черешнев В. А., Юшков Б. Г., Черешнева М. В. Иммунная система с позиции теории функциональных систем П. К. Анохина // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова с международным участием. Воронеж, 2017. С. 2169–2170.
4. Игнатъев Н. Г., Терентьева М. Г. Гамма-глутамилтрансфераза в тканях двенадцатиперстной кишки у крольчат // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2 (34). С. 101–105.
5. Игнатъев Н. Г., Терентьева М. Г. Активность гамма-глутамилтрансферазы в тканях желудка у поросят // Аграрный вестник Урала. 2011. № 9 (88). С. 12–13.
6. Манохин А. А., Резниченко Л. В., Карайченцев В. Н. Влияние витаминно-ферментных препаратов на физиологическое состояние поросят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2017. Т. 232. № 4. С. 108–112.
7. Терентьева М. Г. Аминотрансферазы и фосфатазы прямой кишки у разновозрастных поросят // Аграрный вестник Урала. 2010. № 5 (71). С. 67–68.
8. Терентьева М. Г., Иванова Н. Н. Возрастные изменения активности трансфераз в тканях тонкого кишечника у кроликов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2018. Т. 234. № 2. С. 195–201.
9. Фисинин В. И., Егоров И. А., Вертипрахов В. Г., Грозина А. А., Ленкова Т. Н., Манукян В. А., Егорова Т. А. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1226–1233. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226 rus.
10. Terentyeva M. G., Ivanova R. N., Larionov G. A., Alekseev I. A., Semenov V. G. Phase Changes of Enzyme Activity in Hind Gut Tissues of Piglets // Advances in Engineering Research. International Conference on Smart Solutions for Agriculture (Agro-SMART 2018). Tyumen, 2018. Pp. 723–730. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.135.

11. Chamberlin W. D., Middleton J. R., Spain J. N., Johnson G. C., Ellersieck M. R., Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. Iss. 11. Pp. 7002–7011. DOI: 10.3168/jds.2013-6901
12. Fawley J., Gourlay D. M. Intestinal alkaline phosphatase: a summary of its role in clinical disease // *Journal of Surgical Research*. 2016. Vol. 202. Iss. 1. Pp. 225–234. DOI: 10.1016/j.jss.2015.12.008.
13. Bilski J., Mazur-Bialy A., Wojcik D., Zahradnik-Bilska J., Brzozowski B., Magierowski M., Mach T., Magierowska K., Brzozowski T. The Role of Intestinal Alkaline Phosphatase in Inflammatory Disorders of Gastrointestinal Tract // *Mediators of Inflammation*. 2017. Vol. 2017. Pp. 1–9. DOI: 10.1155/2017/9074601.
14. Schwartz-Zimmermann H. E., Fruhmant P., Dänicke S., Wiesenberger G., Caha S., Weber J. Metabolism of Deoxynivalenol, Deepoxy-Deoxynivalenol in Broiler Chickens, Pullets, Roosters and Turkeys // *Toxins*. 2015. Vol. 7. Iss. 11. Pp 4706–4729. DOI: 10.3390/toxins7114706.
15. Mardaryev A. N., Mardaryeva N. V., Larionov G. A., Gordova V. S. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin // *Russian Journal of Physiology*. 2019. No. 4. Pp. 456–464. DOI: 10.1134/S0869813919040034.
16. Игнатъев Н. Г. Фазы раннего постнатального периода онтогенеза у свиней // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2015. Т. 224. С. 83–86.
17. Ларионов Г. А., Чеченешкина О. Ю., Мардарьева Н. В., Щипцова Н. В. Мероприятия по улучшению микробиологической безопасности молока коров // *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2019. № 1 (29). С. 44–49. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201901007.
18. Гигиена содержания животных: учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, В. Г. Софронов ; под ред. А. Ф. Кузнецова. СПб.: Лань, 2017. 380 с.
19. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР № 775 от 12.03.1977 [Электронный ресурс] // Консорциум Кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456016716> (дата обращения: 23.03.2020).

Об авторах:

Майя Генриховна Терентьева¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0001-5767-6720, AuthorID 899208; +7 927 865-90-31, maiya-7777@mail.ru

Наталия Валерьевна Мардарьева¹, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0001-7863-7245, AuthorID 377861

¹ Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары, Россия

The intensity of changes in the activity of enzymes in the tissues of the colon in piglets in different phases of postnatal ontogenesis

M. G. Terentyeva^{1✉}, N. V. Mardaryeva¹

¹ Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia

✉E-mail: maiya-7777@mail.ru

Annotation. The purpose is clarification of patterns of age-related changes in the activity of aspartate aminotransferase (AsAT), alanine aminotransferase (AlAT), gamma-glutamyltransferase (GGT), α -amylase, alkaline phosphatase (AIP) and acid phosphatase (AP) in tissues of different parts of the cecum in piglets of large white breed, in different phases of nutrition of the early postnatal period of systemic genesis of pig. **Methods.** Enzyme activities were determined spectrophotometrically (UV-1800) and using a set of reagents from the OJSC Vital Development Corporation, St. Petersburg. The activity of the enzymes AsAT and AlAT was determined by the method of Wrightman and Frenkel, GGT – by the unified colorimetric method at the “end point”. The α -amylase activity was measured by the method of Karavei. The level of AP, AIP was determined by the Bessey – Lowry – Brock method. **Results.** The degree of structural and chemical changes in the tissues of the cecum in piglets is high in the early phases of the postnatal period, during the first four months of life. They are especially pronounced in transitional phases of nutrition. The most intense age-related changes in metabolic processes in the tissues of the cecum in piglets were revealed between the milk and colostrum and first milk, between the first and second milk, between the third milk and milk-definitive, as well as between the first and second definitive phases. The timing of stabilization of the activity of individual enzymes in the tissues of the cecum is determined. They are detected in piglets in the later phases of feeding. **The scientific novelty** of the study lies in the fact that the nature and intensity of age-related changes in the activity of aspartate and alanine aminotransferases, gamma-glutamyl transferase, α -amylase, acidic and alkaline phosphatases in tissues of different parts of the cecum in growing piglets were revealed.

Keywords: systemogenesis, nutritional phases, postnatal period, functional system, enzymes, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, γ -glutamyltransferase, α -amylase, alkaline and acid phosphatase, cecum, piglets.

For citation: Terentyeva M. G., Mardaryeva N. V. Intensivnost' izmeneniy aktivnosti fermentov v tkanyakh tolstogo kishechnika u porosyat v raznye fazy postnatal'nogo ontogeneza [The intensity of changes in the activity of enzymes in the tissues of the colon in piglets in different phases of postnatal ontogenesis] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 66–75. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-66-75. (In Russian.)

Paper submitted: 05.02.2020.

References

1. Kreyk A. I. Klyuchevaya ideya teorii funktsional'nykh sistem P. K. Anokhina [The key idea of the theory of functional systems P. K. Anokhin] // Materialy i metody innovatsionnykh issledovaniy i razrabotok: sbornik mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Chelyabinsk, 2016. Pp. 164–166. (In Russian.)
2. Sudakov K. V. Razvitie teorii funktsional'nykh sistem v nauchnoy shkole P. K. Anokhina [Development of the theory of functional systems in the scientific school of P. K. Anokhin] // Vestnik Mezhdunarodnoy akademii nauk. Russkaya sekciya. 2011. No. 1. Pp. 1–5. (In Russian.)
3. Chereshev V. A., Yushkov B. G., Cheresheva M. V. Immunnaya sistema s pozitsii teorii funktsional'nykh sistem P. K. Anokhina [The immune system from the perspective of the theory of functional systems P. K. Anokhin] // Materialy XXIII s"yezda Fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova s mezhdunarodnym uchastiyem. Voronezh, 2017. Pp. 2169–2170. (In Russian.)
4. Ignat'yev N. G., Terent'yeva M. G. Gamma-glutamyltransferaza v tkanyakh dvenadtsatiperstnoy kishki u krol'chat [Gamma-glutamyl transferase in tissues of the duodenum in rabbits] // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2016. No. 2 (34). Pp. 101–105. (In Russian.)
5. Ignat'yev N. G., Terent'yeva M. G. Aktivnost' gamma-glutamyltransferazy v tkanyakh zheludka u porosyat [Activity of gamma-glutamyl transferase in the tissues of the stomach in piglets] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 9 (88). Pp. 12–13. (In Russian.)
6. Manokhin A. A., Reznichenko L. V., Karaychentsev V. N. Vliyaniye vitaminno-fermentnykh preparatov na fiziologicheskoye sostoyaniye porosyat [Influence of vitamin-enzyme preparations on the physiological state of piglets] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman. 2017. T. 232. No. 4. Pp. 108–112. (In Russian.)
7. Terent'yeva M. G. Aminotransferazy i fosfatazy pryamoy kishki u raznovozrastnykh porosyat [Aminotransferases and phosphatases of the rectum in pigs of different ages] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2010. No. 5 (71). Pp. 67–68. (In Russian.)
8. Terent'yeva M. G., Ivanova N. N. Vozrastnye izmeneniya aktivnosti transferaz v tkanyakh tonkogo kishechnika u krol'kov [Age-related changes in the activity of transferases in the tissues of the small intestine in rabbits] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman. 2018. T. 234. No. 2. Pp. 195–201. (In Russian.)
9. Fisinin V. I., Yegorov I. A., Vertiprakhov V. G., Grozina A. A., Lenkova T. N., Manukyan V. A., Yegorova T. A. Aktivnost' pishchevaritel'nykh fermentov v duodenal'nom khimuse i plazme krovi u iskhodnykh liniy i gibridov myasnykh kur pri ispol'zovanii biologicheskii aktivnykh dobavok v ratsione [Activity of digestive enzymes in the duodenal chyme and blood plasma at the initial lines and hybrids of meat chickens using biologically active additives in the diet] // Agricultural Biology. 2017. T. 52. No. 6. Pp. 1226–1233. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226 rus. (In Russian.)
10. Terentyeva M. G., Ivanova R. N., Larionov G. A., Alekseev I. A., Semenov V. G. Phase Changes of Enzyme Activity in Hind Gut Tissues of Piglets // Advances in Engineering Research. International Conference on Smart Solutions for Agriculture (Agro-SMART 2018). Tyumen, 2018. Pp. 723–730. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.135.
11. Chamberlin W. D., Middleton J. R., Spain J. N., Johnson G. C., Ellersieck M. R., Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows // Journal of Dairy Science. 2013. Vol. 96. Iss. 11. Pp. 7002–7011. DOI: 10.3168/jds.2013-6901.
12. Fawley J., Gourlay D. M. Intestinal alkaline phosphatase: a summary of its role in clinical disease // Journal of Surgical Research. 2016. Vol. 202. Iss. 1. Pp. 225–234. DOI: 10.1016/j.jss.2015.12.008.
13. Bilski J., Mazur-Bialy A., Wojcik D., Zahradnik-Bilska J., Brzozowski B., Magierowski M., Mach T., Magierowska K., Brzozowski T. The Role of Intestinal Alkaline Phosphatase in Inflammatory Disorders of Gastrointestinal Tract // Mediators of Inflammation. 2017. Vol. 2017. Pp. 1–9. DOI: 10.1155/2017/9074601.
14. Schwartz-Zimmermann H. E., Fruhmant P., Dänicke S., Wiesenberger G., Caha S., Weber J. Metabolism of Deoxynivalenol, Deepoxy-Deoxynivalenol in Broiler Chickens, Pullets, Roosters and Turkeys // Toxins. 2015. Vol. 7. Iss. 11. Pp. 4706–4729. DOI: 10.3390/toxins7114706.
15. Mardaryev A. N., Mardaryeva N. V., Larionov G. A., Gordova V. S. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin // Russian Journal of Physiology. 2019. No. 4. Pp. 456–464. DOI: 10.1134/S0869813919040034.
16. Ignat'yev N. G. Fazy rannego postnatal'nogo perioda ontogeneza u sviney [Phases of the early postnatal period of ontogenesis in pigs] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Bauman. 2015. T. 224. Pp. 83–86. (In Russian.)
17. Larionov G. A., Checheneshkina O. Yu., Mardar'yeva N. V., Shchiptsova N. V. Meropriyatiya po uluchsheniyu mikrobiologicheskoy bezopasnosti moloka korov [Measures to improve the microbiological safety of cow's milk] // Rossiys-

kiy zhurnal "Problemy veterinarnoy sanitarii, gigiyeny i ekologii". 2019. No. 1 (29). Pp. 44–49. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201901007. (In Russian.)

18. Gigiyena sodержaniya zhivotnykh: uchebnik [Animal Hygiene: a textbook] / A. F. Kuznetsov, V. G. Tyurin, V. G. Semenov, V. G. Sofronov ; under the editorship of A. F. Kuznetsov. Saint Petersburg: Lan', 2017. 380 p.

19. Pravila provedeniya rabot s ispol'zovaniyem eksperimental'nykh zhivotnykh: prilozheniye k prikazu Ministerstva zdoravookhraneniya SSSR No. 775 ot 12.03.1977 [Rules for carrying out work using experimental animals: Appendix to the order of the Ministry of Health of the USSR No. 775 of 03.12.1977] [e-resource] // Konsortsium Kodeks: elektronnyy fond pravovoy i normativno-tehnicheskoy dokumentatsii. (appeal date: 23.03.2020). URL: <http://docs.cntd.ru/document/456016716>. (In Russian.)

Authors' information:

Mayya G. Terentyeva¹, candidate of biological sciences, associate professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products, ORCID 0000-0001-5767-6720, AuthorID 899208; +7 927 865-90-31, maiya-7777@mail.ru

Natalia V. Mardaryeva¹, candidate of biological sciences, associate professor, head of the department of biotechnology and agricultural processing, ORCID 0000-0001-7863-7245, AuthorID 377861

¹ Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia

Традиционные способы киргизского народа по диагностике и лечению колик у лошадей

А. З. Тулобаев^{1✉}

¹ Киргизско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, Киргизская Республика

✉ E-mail: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

Аннотация. Целями исследований являлись сбор и анализ традиционных способов киргизского народа по диагностике и лечению колик у лошадей в аспекте научной ветеринарии. Методами исследований были наблюдение и опрос. К опросу были привлечены животноводы-конеководы и ветеринарные специалисты (всего 55 респондентов). Территорией исследований были коневодческие регионы Киргизской Республики. В этих регионах преимущественно применяется табунная технология (обычно в косяках) с круглогодичным пастбищным содержанием лошадей. На 01.01.2020 общее поголовье лошадей в Киргизской Республике составляло 522,6 тыс. голов. **Результаты.** Установлено, что в традиционной ветеринарии киргизского народа у лошадей диагностировались мочевого колики – *туттукма* (кирг.), перекорм – *жем жаталак* (кирг.), завал – *жин жаталак* (кирг.), колики от холодной воды – *суу жаталак* (кирг.), механическая непроходимость кишечника – *сезгенич жаталак* (кирг.), метеоризм кишечника – *туйнок жаталак* (кирг.); при диагностике колик у лошадей применяли методы сбора анамнеза, наблюдение, ректальное исследование и аускультация брюшной полости; при лечении колик у лошадей киргизская народная ветеринария применяла методы механотерапии и лекарственные растения, а также диету и моцион. Полученные нами результаты и сопоставление их с данными научной ветеринарии подтверждают, что киргизские народные способы диагностики и лечения колик у лошадей созвучны с современными алгоритмами и тактиками диагностики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающиеся симптомокомплексом колик, у лошадей. **Научная новизна.** В условиях круглогодичного пастбищного содержания лошадей в Киргизской Республике определены виды колик, выяснены методы диагностики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающиеся симптомокомплексом колик, у лошадей.

Ключевые слова: традиционные способы, киргизский народ, лошади, колики, диагностика, лечение.

Для цитирования: Тулобаев А. З. Традиционные способы киргизского народа по диагностике и лечению колик у лошадей // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 76–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-76-81.

Дата поступления статьи: 16.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

На сегодняшний день у лошадей известно более 70 заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся симптомокомплексом колик, которые занимают ведущие позиции среди причин смерти взрослых лошадей [1, с. 15; 2, с. 11; 3, с. 160; 4, с. 84].

Термин «колики» используется для описания боли в желудочно-кишечном тракте у лошади [5, с. 185]. Заболевания желудка и кишок с симптомокомплексом колик включают большую группу болезней, разнообразных по этиологии и локализации патологического процесса, с нарушением проходимости содержимого желудка и кишок (*Ileus*), болевыми ощущениями, проявляющимися беспокойством животных (*Colica*). А острые желудочно-кишечные заболевания являются наиболее распространенной причиной появления у лошадей признаков колик [6, с. 171; 7, с. 57; 8, с. 194]. Колики – главная проблема здоровья и благополучия лошади [9, с. 1].

Главное значение в этиологии данных заболеваний имеют факторы, нарушающие условно-рефлекторную реакцию организма, создающие помехи в координирующей функции центральной нервной системы. Изменяется

и возбудимость вегетативной нервной системы в целом, а при выпадении синергизма наступает ее дисфункция с преобладанием возбуждения парасимпатического и симпатического отделов [8, с. 194].

Традиционные ветеринарные знания в историко-этнографическом плане и врачебном аспекте имеют важное практическое значение. Это связано с тем, что богатый опыт, накопленный веками, продолжает активно развиваться и сегодня. Этноветеринария тесно связана с природно-географическими условиями, традициями разведения животных и уровнем развития животноводства.

В отсутствие научной ветеринарии каждый владелец по-своему ставил диагноз болезни и прибегал к тому или иному средству, иногда приглашая знахаря, обладающего опытом лечения. В результате у населения приобретался опыт для постановки диагноза той или иной болезни животного и применения средств лечения, а сама болезнь получала определенное название. Те средства и приемы, которые на основе многократных опытов оправдали себя, широко распространялись и прочно входили в арсенал народной ветеринарии [10, с. 20].

В настоящее время по всему миру идет активный процесс накопления и систематизации материалов по традиционному мировоззрению народов-кочевников с последующей гармонизацией к современным технологиям. На этом фоне остаются малоизученными традиционные знания киргизского народа в целом и традиционные знания по ветеринарии в частности. Киргизский народ (как истинные кочевники) веками накопил огромное количество уникальных традиционных знаний по ветеринарии, разведению и содержанию животных, бережному отношению к окружающей среде и рациональному использованию пастбищных ресурсов, которые передавались из поколения в поколение [11, с. 178; 12, с. 111].

К большому сожалению, многие из этих традиционных знаний были утеряны и забыты. В сельской местности, в частности в животноводческой сфере, выросло несколько поколений, не унаследовавшие эти знания и навыки, с каждым годом уменьшается количество носителей традиционных знаний по ветеринарии, разведению и содержанию животных.

Изучение научных и других доступных источников не дало ожидаемых результатов относительно традиционных ветеринарных знаний киргизского народа. Проведенный нами историографический анализ свидетельствует о том, что до настоящего времени этноветеринария киргизского народа не была предметом специального исследования. Анализ традиционных способов киргизского народа по диагностике и лечению колик у лошадей не проводился. В связи с этим актуальность темы во многом определяется недостаточной изученностью обозначенной проблемы, ее теоретической и практической значимостью, а также тем, что и в современных условиях пастбищного коневодства Киргизской Республики данный вопрос остро стоит.

Методология и методы исследования (Methods)

Целью исследований является сбор и анализ традиционных способов киргизского народа по диагностике и лечению колик у лошадей с точки зрения научной ветеринарии.

Исследования были проведены в животноводческих регионах Киргизской Республики, где преимущественно применяется круглогодичное пастбищное содержание лошадей с применением табунной технологии (*обычно в косяках*). По данным Национального статистического комитета Киргизской Республики, на 01.01.2020 общее поголовье лошадей составляло 522,6 тыс. голов [13].

При разработке данной темы использовались архивные документы, опубликованные работы, а также результаты полевых исследований, собранные автором в 2013–2019 гг. в животноводческих регионах Киргизской Республики (Нарынская, Иссык-Кульская и Чуйская области). Опрос проводился в основном среди животноводов и ветеринарных специалистов. Всего было опрошено 55 носителей традиционных ветеринарных знаний. *Полученные результаты сопоставлялись с ранее полученными данными у других респондентов с использованием сравнительного и системного анализов.*

Поисковые исследования по теме статьи, проведенные нами в электронных базах данных источников Web of Science [14], Scopus [15], Kyrlibnet Киргизской Респу-

блики [16], eLIBRARY.RU [17] и Государственной библиотеки Российской Федерации [18], не дали ожидаемых результатов.

В статье за основу были взяты описанные А. А. Алдашевым [19] народные приемы диагностики и лечения колик у лошадей, использованные киргизским народным ветеринаром Отунчу Сокур уулу, который проживал в конце 20-х годов прошлого столетия в нынешнем селе Чырак Джети-Огузского района Иссык-Кульской области Киргизской Республики. Эти приемы и данные наших исследований в последующем интерпретировались в фокусе современных ветеринарных научных положений.

Результаты (Results)

Результаты проведенных нами исследований описаны ниже в рамках трех позиций: виды колик, диагностика колик и лечение заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся симптомокомплексом колик, у лошадей.

1. Виды колик

Киргизские народные ветеринары – *мал доктур* (кирг.) Нарынской, Иссык-Кульской и Чуйской областей Киргизской Республики в основном различали 4 вида колик [19, с. 19-23; 20, с. 457; 21, с. 31; 22, с. 260]:

- 1) мочевые колики – *туттукма* (кирг.);
- 2) перекорм – *жем жаталак* (кирг.);
- 3) завал – *жин жаталак* (кирг.);
- 4) колики от холодной воды – *суу жаталак* (кирг.).

В Кара-Кулджинском районе Ошской области Киргизской Республики народные ветеринары различали следующие виды колик у лошадей [23, с. 62]:

- 1) мочевые колики;
- 2) перекорм;
- 3) завал;
- 4) колики от холодной воды;
- 5) механическая непроходимость кишечника – *сезгенч жаталак* (кирг.);
- 6) метеоризм кишечника – *туйнок жаталак* (кирг.).

Полевые этнографические исследования, проведенные нами в 2013–2019 гг. в животноводческих регионах Киргизской Республики (Нарынская, Иссык-Кульская и Чуйская области) показали, что на сегодняшний день ветеринарные специалисты диагностируют следующие виды заболеваний желудочно-кишечного тракта у лошадей, сопровождающиеся симптомокомплексом колик:

- 1) *желудочные колики* – острое расширение желудка;
- 2) *кишечные колики* – энтералгия, метеоризм кишечника, химостазы, копростазы и механическая непроходимость.

2. Диагностика колик

Для диагностики колик народные ветеринары расспрашивали хозяина об обстоятельствах возникновения болезни, т. е. собирали подробный анамнез.

После этого, намылив оголенную до плечевого сустава правую руку, вводили ее в заднепроходное отверстие, производили диагностическую манипуляцию – ректальное исследование – *тулумдоо* (кирг.). По результатам исследования выносили заключение, т. е. ставили диагноз.

Для диагностики копростазов (завалов – *жин жаталак*) прослушивали область голодной ямки большого животного с обеих сторон. Затем приступали к ректальному

исследованию. Среди народных ветеринаров было широко распространено выражение «живот молчит, кишка набита дерьмом, беспокойство терпимое». Наличие этих трех признаков у больной лошади давало полное основание ставить диагноз – копростаз.

Спастическую энтералгию (*суу жаталак*) у лошадей устанавливали, основываясь на анамнезе.

3. Лечение заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся симптомокомплексом колик, у лошадей

При обнаружении мочевых колик (*туттукма*) долго массировался переполненный мочевой пузырь через прямую кишку. Затем неоседланную лошадь верхом прогоняли как можно быстрее. А если лошадь при этом не производила мочеиспускания, повторяли манипуляцию массирования мочевого пузыря ректально, а также массировали препуций, извлекали половой член, обмывая теплой водой.

При установлении острого расширения желудка (перекорма – *жем жаталак*) у больной лошади прежде всего очищали прямую кишку от содержимого, сильно растирали жгутом область голодной ямки при одновременном обливании спины лошади холодной водой. Потом на морду лошади надевали бурдюк (*чанач*), на дне которого было насыпано несколько горстей толокна из жареного ячменя или пшеницы (*талкан*), и закрепляли его. После этого всадник на лошади скакал рысью. Больное животное, надыхавшись толокном, начинало сильно и часто чихать и кашлять. При таком состоянии у лошади наступало отхождение газов, вначале рывками вместе с чиханьем, а затем и продолжительное. Нередко наблюдались непроизвольная дефекация и диурез. Выздоровливающих от такой болезни животных держали всю ночь на голодной диете и только на следующее утро после водопоя кормили сеном или пасли на пастбище.

При отрицательных результатах проводимых процедур прибегали к крайним мерам: на верхнюю губу больного животного накладывали закрутку (*чорбо*) и закручивали ее так туго, чтобы она не сорвалась при вздергивании головы. При этом лошадь испытывает сильную боль и перестает реагировать на боли от колик. Обычно для этой цели применялся обыкновенный киргизский кнут (*камчы*), на рукоятке которого имеется петля из сыромятины. Затем скальпелем (*аштар*) или острым ножом наносили разрез на левое хрящевое крыло ноздри и снимали закрутку. После такого хирургического вмешательства в подавляющем большинстве случаев больные животные цепенели, некоторое время стояли неподвижно, а потом, глубоко втянув воздух, фыркали, облизывали окровавленную губу. В это время начиналось отхождение газов и постепенно появлялись признаки выздоровления.

Лечение колик у лошадей от копростаза сводилось к следующему:

1) освобождение прямой кишки от содержимого путем выгребания рукой;

2) сильный массаж живота канатным жгутом. Для этого один человек крепко держал за узды. Два человека становились по обе стороны животного, с силой натянув каждый к себе концы жгута, часто водили им по животу спереди назад. Затем массировались и бока.

После этих процедур, которые длились до получаса, верхом на больной лошади ехали вначале медленным шагом, затем, постепенно ускоряя темп, переходили на рысь, снова замедляли ход, меняя его на шаг. Езда с переменным аллюром продолжалась до тех пор, пока лошадь не вспотеет. Как правило, во время такого моциона у больного животного появлялись позывы к мочеиспусканию и дефекации, что служило благоприятным прогнозом. Хорошо вспотевшего животного снова массировали, иногда проводили повторное ректальное исследование и очищали прямую кишку от скопившихся каловых масс. После повторной процедуры лошадь, покрыв попоной, ставили на короткую привязь до высыхания пота. Часа через два поили водой, после чего снова 1,5–2-часовой моцион. Позволяли кормить таких больных лошадей только после восстановления у них перистальтики кишечника. А если несмотря на все принятые лечебные меры, перистальтика кишечника не восстанавливалась, не разрешали кормить, ставили животное на голодную диету.

В весенне-летние периоды больным копростазом лошадям назначали также горькую полынь. Свежей травой горькой полыни наматывали удила, потом обуздывали лошадь и подгоняли оголовье так, чтобы удила слегка оттягивали углы губ. При таком положении животное постоянно вынуждено было жевать, а это способствовало разжевыванию полыни, но не выплевыванию ее, из-за того что она была крепко зафиксирована на удилах и часть разжеванной травы невольно проглатывалась.

Лечение спастической энтералгии (*суу жаталак*) у лошадей начинали с прокручивания ушных раковин. Затем накладывали закрутку на губу и держали в таком состоянии 7–10 минут, одновременно проводя массаж живота. Уже одни эти манипуляции зачастую решали исход болезни: лошадь успокаивалась, начиналось отхождение газов, а спустя некоторое время – дефекация и диурез. Но если эти меры не помогали, больную лошадь верхом прогоняли быстрым аллюром до тех пор, пока у животного не начинались отхождение газов и дефекация. Иногда и при спастической энтералгии прибегали к надрезанию хрящевого крыла ноздри.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Исходя из вышеизложенных данных, следует отметить, что:

1) в народной ветеринарии киргизского народа диагностировались следующие виды заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся симптомокомплексом колик, у лошадей: мочевые колики, перекорм, завал, колики от холодной воды, механическая непроходимость и метеоризм кишечника;

2) при диагностике колик у лошадей народные ветеринары использовали методы сбора анамнеза, наблюдение, ректальное исследование и аускультацию брюшной полости;

3) при лечении колик у лошадей киргизская народная ветеринария применяла главным образом самые общедоступные методы механотерапии (жгут, вода и др.) и лекарственные растения, а также диету и моцион.

Сопоставляя полученную информацию с данными научной ветеринарии, можно определить, что в условиях круглогодичного пастбищного содержания лошадей в

Киргизской Республике встречаются следующие колики: динамические и механические (в соответствии с классификацией А. В. Синева), желудочные и кишечные (в соответствии с классификацией Г. В. Домрачева) [24, с. 7–8].

Однако, проводя ректальное обследование для диагностики колик у лошадей, следует всегда помнить, что для данного метода доступно лишь 40 % брюшной полости, а еще 60 % ускользает от нашего внимания [25, с. 24].

Необходимо учесть, что при спастической непроходимости непосредственной причиной всего клинического комплекса являются спастические сокращения отдельных участков пищеварительной трубки. При паралитической непроходимости способность к сокращению мускулатуры пищеварительного канала ослаблена или полностью исчезает, вследствие чего он переходит в состояние паралича [24, с. 7].

Условно-рефлекторная реакция может нарушаться поеданием большого количества корма, несоблюдением режима кормления, водопоя и эксплуатации, воздействием низких температур как при общем охлаждении организма, так и при поедании промерзших кормов или употреблении холодной воды [8, с. 194].

М. А. Борисенкова [25, с. 23] отмечает, что при всех состояниях болезненности в брюшной полости звуки продвижения кормов становятся значительно реже. Усиление звуков перистальтики характерно для спастических колик, а также при тимпании. В случаях завала в толстом отделе кишечника звуки перистальтики значительно снижаются. Присутствие тимпанических звуков говорит как о наличии первичного вздутия, так и о вторичном метеоризме вследствие смещения отделов кишечника.

Болевые раздражения рецепторов рефлекторно нарушают моторно-секреторную и другие функции желудка

и кишок, в результате чего наступает спазм сфинктеров и отдельных кишечных петель (*спастические боли*). Нарушение моторной деятельности их приводит к перегрузке отдельных кишок и застою содержимого, усилению бродильно-гнилостных процессов и образованию газов, которые растягивают стенки органа, раздражают интерорецепторы (*дистензионные боли*) [8, с. 194].

Вышеизложенные научные положения подтверждают, что киргизские народные способы диагностики и лечения колик у лошадей созвучны с современными алгоритмами и тактиками диагностики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, сопровождающихся симптомокомплексом колик, у лошадей.

В наших исследованиях было обращено внимание на уточнение народных методов диагностики и лечения колик у лошадей. Но не были рассмотрены вопросы их адаптации к реалиям сегодняшнего дня. Поэтому есть необходимость продолжить исследования и разработать рекомендации, адаптированные к условиям пастбищного коневодства и современным методам диагностики и лечения колик у лошадей.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследования проводились в рамках партнерского научно-исследовательского проекта Киргизско-Турецкого университета «Манас» и ОФ «Мурас Башаты» «Изучение традиционных ветеринарных знаний киргизского народа» (№ 2015.FBE.01, 01.02.2015–30.01.2016) и проекта Департамента науки Министерства образования и науки Киргизской Республики «Разработка практических рекомендаций по использованию традиционных ветеринарных знаний в пастбищном животноводстве» (№ 0007402, 01.01.2018–31.12.2018) за что им выражаем глубокую благодарность.

Библиографический список

1. Кудряшов А. А., Миронов В. А. Причины падежа лошадей // Ветеринария. 1994. № 4. С. 15–16.
2. Bowden A., England G. C. W., Burford J. H., Mair T. S., Furness W., Freeman S. L. Prevalence and outcome of conditions seen at out-of-hours primary assessment at two practices over a 3-year period (2011–2013) [e-resource] // Equine Vet. J. 2017. No. 49. URL: https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evj.14_12732 (appeal date: 11.02.2020).
3. Тарнуев А. С., Калашников И. А., Дамбаев М. Д. Лечение спастических колик у лошадей // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2015. № 2 (39). С. 160–162.
4. Ковач М., Алиев Р., Тотх Й. Заворот большой ободочной кишки у лошадей. Диагностика и лечение // VetPharma. 2015. № 3. С. 84–88.
5. Bihonegn T., Bekele F. Colic in Equine: A Review Article // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2018. No. 5 (5). Pp. 185–195. DOI: 10.22192/ijarbs.2018.05.05.019.
6. Mehdi S., Mohammad V. A farm-based prospective study of equine colic incidence and associated risk factors // Journal of Equine Veterinary Science. 2006. No. 26 (4). Pp. 171–174.
7. Curtis L., Burford J. H., Thomas J. S. M., Curran M. L., Bayes T. C., England G. C. W. [et al.] Prospective study of the primary evaluation of 1016 horses with clinical signs of abdominal pain by veterinary practitioners, and the differentiation of critical and non-critical cases [e-resource] // Acta Vet Scand. 2015. No. 57. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26444675> (appeal date: 11.02.2020). DOI: 10.1186/s13028-015-0160-9.
8. Внутренние незаразные болезни сельскохозяйственных животных / И. Г. Шарабрина, В. А. Аликаев, Л. Г. Замарин [и др.] ; под ред. И. Г. Шарабриной. 6-е изд. М.: Агропромиздат, 1985. 527 с.
9. Curtis L., Burford J. H., England G. C. W., Freeman S. L. Risk factors for acute abdominal pain (colic) in the adult horse: A scoping review of risk factors, and a systematic review of the effect of management-related changes // PLoS one. 2019. No. 14 (7). e0219307. DOI: 10.1371/journal.pone.0219307.
10. Гагаркина Е. А. Этноветеринария в социокультурном мире Мордвы: автореф. дис. ...канд. истор. наук. Саранск, 2006. 24 с.
11. Тулобаев А. З., Ниязбекова З. Н., Аскарбек Г. Значение пастбищного животноводства и этноветеринарии в Кыргызской Республике // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2018. № 2 (47). С. 178–182.
12. Тулобаев А. З., Салыков Р., Аскарбек Г., Ниязбекова З. Н. Кыргыз элинин ветеринария боюнча салттуу билимдери // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2014. № 1 (30). С. 111–116.

13. Национальный статистический комитет Киргизской Республики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stat.kg/ru/> (дата обращения: 11.02.2020).
14. Web of Science [Электронный ресурс]. URL: <https://clarivate.com/products/web-of-science/> (дата обращения: 11.02.2020).
15. Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (дата обращения: 11.02.2020).
16. Kyrlibnet Киргизской Республики [Электронный ресурс]. URL: <http://kyrlibnet.kg/ru/> (дата обращения: 11.02.2020).
17. eLIBRARY.RU – научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 11.02.2020).
18. Государственная библиотека Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rsl.ru> (дата обращения: 11.02.2020).
19. Алдашев А. А. Этапы развития ветеринарии в Киргизии. Фрунзе: Илим, 1989. 124 с.
20. Тулобаев А. З., Салыков Р. С. Кыргыз. Народная ветеринария // Народы и культуры. М.: Наука, 2016. С. 456–462.
21. Tulobaev A., Aldaierov N., Jumakanova Z., Niiazbekova Z. Information on traditional veterinary knowledge of Kyrgyz people // Manas Journal of Agriculture, Veterinary and Life Sciences. 2016. No. 6 (2). Pp. 29–35.
22. Айтматов М. Б., Алымбеков К. А., Байтөлөев Э. Б. ж. б. Кыргыз элинин салттуу билимдеринин негиздери. Хрестоматия. Бишкек, 2017. 304 б.
23. Алманбет уулу Гүлчоро. Жылкынын жаталак ылаңынын пайда болуу себептери жана анын клиникалык белгилерин аныктоонун, дарылоонун салттуу ыкмалары // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2015. № 3 (35). С. 59–62.
24. Чижова Г. С., Кочарян В. Д. Желудочно-кишечные болезни с синдромом коликов у лошадей: учебное пособие. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. 80 с.
25. Борисенкова М. А. Методы постановки диагноза при коликах лошади // Иппология. 2011. № 2. С. 21–26.

Об авторах:

Аскарбек Зарлыкович Тулобаев¹, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID 0000-0003-1349-6511, AuthorID 455162; +996 552-07-15-16; askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

¹ Киргизско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, Киргизская Республика

Traditional methods of the Kyrgyz people for the diagnosis and treatment of horse colic

A. Z. Tulobaev¹

¹ Kyrgyz-Turkish University “Manas”, Bishkek, Kyrgyz Republic

✉ E-mail: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

Abstract. The purpose of research is the collection and analysis of traditional methods of the Kyrgyz people for the diagnosis and treatment of horse colic from the point of view of scientific veterinary medicine. In the study, **methods** of observation, interrogation of veterinary specialists and horse breeders were used. A total of 55 carriers of traditional veterinary knowledge were interviewed. The studies were conducted in the pastoral areas of the Kyrgyz Republic, where horse breeding in conditions of year-round grazing, with the preferential using of productive herd technology is mainly used. According to the data of the National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic as of 01.01.2020, the total number of horses is 522.6 thousand heads.

Results. It has been established that: in the traditional veterinary medicine of the Kyrgyz people, horses were diagnosed with urinary colic – *tuttukma* (in Kyrgyz), overfeeding – *zhem zhatalak* (in Kyrgyz), blockage – *zhin zhatalak* (in Kyrgyz), colic from cold water – *suu zhatalak* (in Kyrgyz), mechanical intestinal obstruction – *sezgenich zhatalak* (in Kyrgyz), intestinal flatulence – *tyynok zhatalak* (in Kyrgyz); in the diagnosis of horse colic, anamnesis collection methods, observation, rectal examination and auscultation of the abdominal cavity were used. When treating horse colic, Kyrgyz folk veterinary medicine used mechanotherapy methods and medicinal plants, as well as diet and exercise. Our results and their comparison with the data of scientific veterinary medicine confirm that Kyrgyz folk methods for diagnosing and treating colic in horses are in tune with modern algorithms and tactics for diagnosing and treating diseases of the gastrointestinal tract in horses, accompanied by a symptom complex of colic. **Scientific novelty.** In the conditions of year-round grazing of horses in the Kyrgyz Republic, types of colic were determined, methods for diagnosing and treating diseases of the gastrointestinal tract in horses, accompanied by a symptom complex of colic, were clarified.

Keywords: traditional methods, Kyrgyz people, horses, colic, diagnosis, treatment.

For citation: Tulobaev A. Z. Traditsionnye sposoby kirgizskogo naroda po diagnostike i lecheniyu kolik u loshadey [Traditional methods of the Kyrgyz people for the diagnosis and treatment of horse colic] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 76–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-76-81. (In Russian.)

Paper submitted: 16.02.2020.

References

1. Kudryashov A. A., Mironov V. A. Prichiny padezha loshadey [Reasons for the death of horses] // Veterinary. 1994. No. 4. Pp. 15–16. (In Russian.)
2. Bowden A., England G. C. W., Burford J. H., Mair T. S., Furness W., Freeman S. L. Prevalence and outcome of conditions seen at out-of-hours primary assessment at two practices over a 3-year period (2011–2013) [e-resource] // Equine Vet. J. 2017. No. 49. URL: <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evj.1412732> (appeal date: 11.02.2020).
3. Tarnuev A. S., Kalashnikov I. A., Dambaev M. D. Lechenie spasticheskikh kolik u loshadey [Treatment of spasmodic colic in horses] // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova. 2015. No. 2 (39). Pp. 160–162. (In Russian.)
4. Kovach M., Aliev P., Totkh Y. Zavorot bol'shoy obodochnoy kishki u loshadey. Diagnostika i lechenie [Equine large colon volvulus. Diagnosis and treatment] // VetPharma. 2015. No. 3. Pp. 84–88. (In Russian.)
5. Bihonegn T., Bekele F. Colic in Equine: A Review Article // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2018. No. 5 (5). Pp. 185–195. DOI: 10.22192/ijarbs.2018.05.05.019.
6. Mehdi S., Mohammad V. A farm-based prospective study of equine colic incidence and associated risk factors // Journal of Equine Veterinary Science. 2006. No. 26 (4). Pp. 171–174.
7. Curtis L., Burford J. H., Thomas J. S. M., Curran M. L., Bayes T. C., England G. C. W. [et al.] Prospective study of the primary evaluation of 1016 horses with clinical signs of abdominal pain by veterinary practitioners, and the differentiation of critical and non-critical cases [e-resource] // Acta Vet Scand. 2015. No. 57. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26444675> (appeal date: 11.02.2020). DOI: 10.1186/s13028-015-0160-9.
8. Vnutrennie nezaraznye bolezni sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Internal non-communicable diseases of farm animals] / I. G. Sharabrin, V. A. Alikaev, L. G. Zamarin [et al.] ; under the editorship of I. G. Sharabrin. 6th ed. Moscow: Agropromizdat, 1985. 527 p. (In Russian.)
9. Curtis L., Burford J. H., England G. C. W., Freeman S. L. Risk factors for acute abdominal pain (colic) in the adult horse: A scoping review of risk factors, and a systematic review of the effect of management-related changes // PLoS one. 2019. No. 14 (7). e0219307. DOI: 10.1371/journal.pone.0219307.
10. Gagarkina E. A. Etnoveterinariya v sotsiokul'turnom mire Mordvy [Ethno veterinary medicine in the sociocultural world of mordva]: abstract of dis. ... candidate of historical sciences. Saransk, 2006. 24 p. (In Russian.)
11. Tulobaev A. Z., Niyazbekova Z. N., Askarbek G. Znachenie pastbishchnogo zhivotnovodstva i etnoveterinarii v Kyrgyzskoy Respublike [The importance of pastoralism and ethnoveterinary in the Kyrgyz Republic] // Vestnik kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2018. No. 2 (47). Pp. 178–182. (In Russian.)
12. Tulobaev A. Z., Salykov R., Askarbek G., Niyazbekova Z. N. Kyrgyz elinin veterinariya boyuncha salttuu bilimderi [Traditional veterinary knowledge of kyrgyz people] // Vestnik kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2014. No. 1 (30). Pp. 111–116. (In Kyrgyz.)
13. Natsional'nyy statisticheskiy komitet Kirgizskoy Respubliki [National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic] [e-resource]. URL: <http://www.stat.kg/ru> (appeal date: 11.02.2020). (In Russian.)
14. Web of Science [e-resource]. URL: <https://clarivate.com/products/web-of-science/> (appeal date: 11.02.2020).
15. Scopus [e-resource]. URL: <https://www.scopus.com/home.uri> (appeal date: 11.02.2020).
16. Kyrlibnet of the Kyrgyz Republic [e-resource]. URL: <http://kyrlibnet.kg/ru/> (appeal date: 11.02.2020). (In Russian.)
17. eLIBRARY.RU – nauchnaya elektronnyaya biblioteka [eLIBRARY.RU – scientific electronic library] [e-resource]. URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (appeal date: 11.02.2020). (In Russian.)
18. Gosudarstvennaya biblioteka Rossiyskoy Federatsii [State Library of the Russian Federation] [e-resource]. URL: <https://www.rsl.ru> (appeal date: 11.02.2020). (In Russian.)
19. Aldashev A. A. Etapy razvitiya veterinarii v Kirgizii [Stages of development of veterinary medicine in Kyrgyzstan]. Frunze: Ilim, 1989. 124 p. (In Russian.)
20. Tulobaev A. Z., Salykov R. S. Kyrgyzy. Narodnaya veterinariya [Kyrgyz. National Veterinary] // Narody i kul'tury. Moscow: Nauka, 2016. Pp. 456–462. (In Russian.)
21. Tulobaev A., Aldaiarov N., Jumakanova Z., Niiazbekova Z. Information on traditional veterinary knowledge of Kyrgyz people // Manas Journal of Agriculture, Veterinary and Life Sciences. 2016. No. 6 (2). Pp. 29–35.
22. Aytmatov M. B., Alymbekov K. A., Baytoloev E. B. zh. b. Kyrgyz elinin salttuu bilimderinin negizderi. Khrestomatiya. [The basics of traditional knowledge of the Kyrgyz people. Chrestomathy]. Bishkek, 2017. 304 p. (In Kyrgyz.)
23. Almanbet uulu Gulchoro. Zhylykynyn zhatalak ylanynyn payda boluu sebepteri zhana anyn klinikalyk belgilerin anyktoonun, daryloonun salttuu ykmalary [Causes of colic in horses, traditional methods of diagnosis and treatment] // Vestnik kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2015. No. 3 (35). Pp. 59–62. (In Kyrgyz.)
24. Chizhova G. S., Kocharyan V. D. Zheludochno-kishechnye bolezni s sindromom kolik u loshadey: uchebnoe posobie [Gastrointestinal disorders with horse colic syndrome: schoolbook]. Volgograd: Volgogradskiy GAU, 2012. 80 p. (In Russian.)
25. Borisenkova M. A. Metody postanovki diagnoza pri kolikakh loshadei [Methods diagnosis for colic horse] // Ippologiya. 2011. No. 2. Pp. 21–26. (In Russian.)

Authors' information:

Askarbek Z. Tulobaev¹, doctor of veterinary sciences, professor, ORCID 0000-0003-1349-6511, AuthorID 455162; +996 552-07-15-16, askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

¹ Kyrgyz-Turkish University “Manas”, Bishkek, Kyrgyz Republic

Бондовые склады: современная инфраструктура торговли сельскохозяйственной продукцией

О. С. Карашук^{1✉}

¹ Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

✉ E-mail: kseniak72@mail.ru

Аннотация. Бондовые склады являются важнейшим инфраструктурным звеном распределительных систем стран – лидеров международной торговли. Крупнейшие транснациональные компании таких государств, имея штучное количество бондовых структур, обеспечивают огромные поставки своей продукции на внутренний и международный рынки. **Целью исследования** стало обоснование необходимости развития в России бондовых складов и бондовых зон для создания инфраструктурных условий развития производства и торговли продукцией сельского хозяйства. **Методы исследования** включали наблюдения, группировки, сравнения, статистические оценки. **По результатам исследования** было определено, что бондовые структуры в России регулируются нормативно-правовыми документами, применяемыми в отношении складов временного хранения товаров, принятыми в рамках единого экономического пространства стран – членов Евразийского экономического союза. Процедура временного хранения на бондовых складах позволяет в течение срока хранения избежать налоговых и иных пошлин, получения лицензий, разрешений и т. п., введения продукции в таможенный режим и оформления деклараций. Кроме того, бондовые склады обеспечивают пользователям их услуг экономические выгоды за счет более низких цен на услуги, комплексного обслуживания, ускорения товародвижения. Анализ показал, что в России бондовые склады и зоны имеют низкий уровень развития: их количество и мощности недостаточные, предлагаемые услуги ограничены транспортно-складскими и таможенными. При этом складская деятельность в России высокорентабельна: прибыльность активов в 2,3 раза выше аналогичного показателя в целом по экономике. Для дальнейшего развития бондовых складов в России рекомендуются увеличение их мощностей в регионах, являющихся ключевыми в производстве и торговле сельскохозяйственной продукцией, расширение оказываемых услуг, интеграция с сельскохозяйственными производителями. **Научная новизна** работы состоит в обосновании теоретических основ роли и необходимых характеристик бондовых складов как инфраструктурной основы развития торговли сельскохозяйственными товарами в России.

Ключевые слова: бондовый склад, бондовая зона, склад временного хранения, таможенно-логистический терминал, торговля, сельское хозяйство, агропродукция, распределение, логистика.

Для цитирования: Карашук О. С. Бондовые склады: современная инфраструктура торговли сельскохозяйственной продукцией // Аграрный вестник Урала. 2020. № 03 (194). С. 82–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-82-90.

Дата поступления статьи: 09.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Целью данной работы является обоснование необходимости развития в России бондовых складов и бондовых зон, которые способны обеспечить инфраструктурные условия для развития производства и торговли продукцией всех отраслей экономики, в первую очередь – сельского хозяйства.

В качестве объекта изучения в работе рассматривалось складское хозяйство России, в том числе бондовые склады как особый вид складов, обладающих значительными неиспользованными возможностями обеспечения поддержки развития всех производств внутри страны.

Методика исследования предусматривала наблюдения, группировки, сравнения, а также расчеты индексов показателей.

Бондовые склады широко известны в экономически развитых странах. Наибольшее распространение такие склады получили в США, где они называются *Bonded*

warehouse (Customs warehouse) – склады общего пользования, где временно хранятся товары под контролем таможни без взимания таможенных пошлин и косвенных налогов и без применения к товарам лицензирования и квотирования на период хранения. Владельцы бондового склада вносят в кассу таможни залоговую сумму, которая сможет обеспечить в случае необходимости уплату всех необходимых платежей в бюджет с товаров, хранящихся на складе.

В Китае бондовые зоны сформировали основу распределительной логистики страны, и их активное создание и развитие было определено на государственном уровне в 11 пятилетнем плане (2005–2010 гг.) [1, с. 271]. Такие бондовые склады в Китае в настоящее время используются для обслуживания грузов, включая их легкую переработку, осуществление внешнеторговых операций и хранения без уплаты таможенных платежей. Бондовые зоны Китая формировались за счет государственных инвестиций в ло-

гистику, которые за 5 лет составили эквивалент 100 млрд долларов США и также во многом развивались за счет средств иностранных инвесторов. Иностранцы принесли не только деньги, но и современные технологии и стратегии, в том числе срочную доставку, экспедирование морским транспортом, а также специализированные услуги логистики.

В России первые склады для осуществления внешне-торговых операций возникли еще в 1991 году по инициативе и с участием иностранных компаний, которые были заинтересованы в скорейшем прохождении своих грузов [2, с. 10]. С развитием таможенного законодательства в нашей стране были созданы правовые основы для развития различных видов складов, в том числе бондовых, которые в отечественной практике получили название складов временного хранения. В современных условиях в России также появились бондовые зоны, первая из которых была образована по соглашению между Шанхайской международной торговой компанией «СюньМай» и Транспортно-логистическим комплексом «Южноуральский» в конце 2016 года.

Выгоды от применения бондовых складов и бондовых зон образуются за счет экономии средств на бюджетных платежах в период нахождения товаров на складе, сокращения времени доставки товаров импортеру, упрощения процедуры и удешевления реэкспорта товаров и др. При этом процедура временного хранения предусматривает, что с товаром не могут производиться определенные действия, в т. ч. вывоз за пределы территории склада, использование лицами, кроме декларантов, и др. В то же время в отношении товаров допускаются операции подсортировки, дробления партий, переработки, доработки, упаковки, маркировки и пр. [3, с. 18–19].

Учитывая, что сельское хозяйство России является важнейшим источником внутреннего производства, средством обеспечения продовольственной безопасности страны и ключевой отраслью экспорта, бондовые склады в России следует признать инфраструктурной основой для активизации развития национального агропромышленного комплекса.

Методология и методы исследования (Methods)

При осуществлении современной торговли в мировой практике особое внимание уделяется использованию складов временного хранения, которые соответствуют бондовым складам в зарубежной терминологии. В настоящее время в России все вопросы экспортно-импортных операций, включая складирование товаров, осуществляются в соответствии с Таможенным кодексом Евразийского экономического союза (далее – ТК ЕАЭС), который начал действовать с 01.01.2018 г.¹ В указанном документе предусматривается, что выбор вида склада может производиться из нескольких возможных вариантов, в том числе это может быть склад временного хранения товаров. По определению ТК ЕАЭС (ст. 99), склад временного хранения – это место временного хранения товаров, которое может осуществляться на территории свободного склада,

территории свободной экономической зоны, в помещениях, на складах, открытых площадках и иных территориях получателя товаров. Федеральный закон № 311 также дает определение склада временного хранения: это специально обустроенные помещения и открытые площадки, которые оборудованы для обеспечения сохранности товаров, исключения доступа к ним посторонних лиц и обеспечения возможности проведения таможенного контроля в отношении этих товаров². Преимуществом процедуры временного хранения является то, что в течение установленного в законе срока хранения не требуется уплата налоговых и иных пошлин, получение специальных документов (лицензий, разрешений и т. д.), ввод продукции в таможенный режим и оформление декларации.

В настоящее время складская инфраструктура торговли в России, как и в большинстве стран мира, в большей части построена на основе инфраструктуры традиционной торговли и в целом отстает от ведущих развитых стран.

Основными участниками инфраструктуры, обеспечивающими складские операции в России, являются следующие рыночные субъекты (таблица 1).

Как видно из таблицы, развитые складские мощности в России имеются только у «Почты России», крупнейших транспортных перевозчиков, логистических провайдеров и федеральных торговых сетей. При этом федеральные розничные сети используют собственную складскую систему только для собственных внутренних потребностей.

В научных исследованиях российских авторов, посвященных изучению дислокации бондовых складов, отмечается, что отечественные склады временного хранения имеют следующие особенности их расположения:

- 1) в местах, приближенных к государственной границе РФ;
- 2) на территории таможенных органов [6];
- 3) вблизи узловых пунктов автомобильных и железных дорог [2].

Логика размещения бондовых складов вблизи нахождения таможенных органов объясняется тем, что товары на складе временного хранения по закону находятся под таможенным контролем, а поэтому необходимы условия для его обеспечения.

При этом Концепция таможенного оформления и таможенного контроля товаров в местах, приближенных к государственной границе Российской Федерации, предусматривает также возможность таможенного оформления товаров во внутренних таможенных, однако целесообразно перераспределение таможенных операций между регионами в пользу приграничных субъектов России, так как именно там сосредоточены наибольшие объемы товаров для внешнеторговых операций³.

В начале построения в России системы бондовых складов существовал значительный разброс мест их размеще-

¹ Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/64cc627eb74433fd62ea0b6f1e9365447dd5f12a.

² Федеральный закон «О таможенном регулировании в Российской Федерации» № 311-ФЗ от 27.11.2010 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107181.

³ Письмо ФТС РФ «О направлении Концепции» (вместе с «Концепцией таможенного оформления и таможенного контроля товаров в местах, приближенных к государственной границе Российской Федерации») № 21-50/39656 от 21.08.2009 г. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=91304&fld=134&dst=100006,0&rnd=0.643141480196129#01404060382572413>.

Таблица 1
Состав участников складской системы России

Наименование участника	Характеристика складских мощностей: наличие (+) или отсутствие (–) признака				
	Низкие тарифы на услуги	Большая филиальная сеть	Развитые складские мощности	Высокий уровень технологий	Наличие актуальных дополнительных услуг
1. «Почта России»	+	+	+	+	–
2. Крупнейшие транспортные перевозчики («ЖелДорЭкспедиция», «РЖД Логистика», «ПЭК» и др.)	+	–	+	–	–
3. Логистические провайдеры	–	–	+	+	+
4. Федеральные розничные торговые сети	–	+	+	+	–
5. Таможенные склады и таможенные зоны	+	–	–	+	–
6. Автономные склады	+	–	–	–	–
7. Специализированные пункты выдачи товаров и почтоматы	+	–	–	+	–
8. Маркетплейсы и интернет-гипермаркеты	+	–	–	+	+

Составлено автором с использованием литературных источников [1, 4, 5].

Table 1
Members of the Russian warehouse system

Name of the participant	Storage capacity characteristics: presence (+) or absence (–) of the attribute				
	low rates for services	large branch network	developed storage capacity	high level of technology	availability of current additional services
1. "Russian post"	+	+	+	+	–
2. The largest cargo carriers ("Zheldorexpeditiya", "Russian Railways logistics", "PEK", etc.)	+	–	+	–	–
3. Logistics providers	–	–	+	+	+
4. Federal retail chains	–	+	+	+	–
5. Customs warehouses and customs zones	+	–	–	+	–
6. Autonomous warehouses	+	–	–	–	–
7. Specialized delivery points and post offices	+	–	–	+	–
8. Marketplaces and online hypermarkets	+	–	–	+	+

Compiled by the author using literary sources [1, 4, 5].

ния по территории страны, что было связано с незрелостью нормативно-правового регулирования вопросов их дислокации и оборудования, недостаточным развитием инфраструктурного комплекса, низким уровнем управления логистикой в коммерческих субъектах. Так, более 10 лет назад были приняты и применялись до недавнего времени два документа, регламентирующих требования к складам временного хранения товаров, в т. ч. к расположенным в любом месте России, и к размещенным вблизи государственной границы⁴. В настоящее время действует

⁴ Приказ Федеральной таможенной службы «Об утверждении обязательных требований к обустройству, оборудованию и месту расположения складов временного хранения» № 1497 от 6 декабря 2007 г. (утратил силу). URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=74250&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.30929487923042376#05391505555392879>. Приказ Федеральной таможенной службы «Об утверждении обязательных требований к обустройству, оборудованию и месту расположения складов временного хранения, расположенных в местах, приближенных к государственной границе Российской Федерации и являющихся местом расположения таможенных органов, производящих таможенное оформление и таможенный контроль товаров, перемещаемых через таможенную границу Российской Федерации» № 1587 от 31 августа 2009 г. (утратил силу). URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=101250&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.5682924683198347#09989480067294931>.

единый документ для стран – членов Таможенного союза, определяющий требования к бондовым складам, расположенным вблизи государственной границы.⁵ Таким образом, в настоящее время нет необходимости государственного регулирования деятельности складов временного хранения, которые находятся вдали от государственных границ России, т. к. такие склады в настоящее время не могут функционировать.

Субъектами по оказанию услуг временного хранения товаров могут быть таможенные органы и частные организации, получившие соответствующую лицензию. Но все эти субъекты должны быть включены в реестр владельцев складов временного хранения, электронная версия которого размещена на официальном сайте Федеральной

⁵ Приказ Федеральной таможенной службы «Об утверждении требований к обустройству, оборудованию и месту нахождения складов временного хранения и прилегающей к ним территории, приближенных к государственной границе Российской Федерации и являющихся местом расположения таможенных органов или их структурных подразделений, осуществляющих таможенные операции и таможенный контроль в отношении товаров, перемещаемых через таможенную границу Таможенного союза» № 1600 от 19 августа 2014 г. URL: https://base.garant.ru/70771062/68ed1a27b8d10023e72d0e1640df82bb/#block_41.

Таблица 2
Организации складского хозяйства (на конец года)

Вид деятельности «Складское хозяйство и вспомогательная транспортная деятельность»	2016		2017		2018	
	Значение	% к итогу по всем видам деятельности	Значение	% к итогу по всем видам деятельности	Значение	% к итогу по всем видам деятельности
1. Число организаций, тыс.	149,9	3,1	140,4	3,1	127,9	3,0
2. Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток), млн руб.	*	*	422 064	4,7	454 589	3,7
3. Рентабельность активов, %	*	*	12,5	328,9	10,7	227,7
4. Рентабельность проданных товаров (работ, услуг), %	*	*	15,7	234,3	16,5	154,2

Составлено автором по данным Росстата (* нет данных) [9].

Table 2
Organizations of the storage facilities (end of year)

Type of activity "Warehouse management and auxiliary transport activities"	2016		2017		2018	
	Value	% of total for all activities	Value	% of total for all activities	Value	% of total for all activities
1. Number of organizations, thou.	149.9	3.1	140.4	3.1	127.9	3.0
2. Balanced financial result (profit minus loss), mln rubles	*	*	422 064	4.7	454 589	3.7
3. Return on assets, %	*	*	12.5	328.9	10.7	227.7
4. Profitability of goods (works, services) sold, %	*	*	15.7	234.3	16.5	154.2

Compiled by the author according to Rosstat (* no data) [9].

таможенной службы России. В настоящее время на территории России зарегистрировано около 6,8 тыс. субъектов по предоставлению услуг временного хранения товаров, согласно указанному реестру [7].

Технологические процессы деятельности бондовых складов схожи с подобными процессами, протекающими в обычных складах. Но, безусловно, есть ряд особенностей, которые заключаются в следующем:

1) с товарами не могут осуществляться определенные действия (вывоз за пределы территории склада, использование лицами кроме декларантов и др.), т. к. они находятся под таможенным контролем;

2) документальное сопровождение товаров имеет специфику, связанную с действующим нормативно-правовым регулированием внешнеэкономической деятельности членов Таможенного союза;

3) имеются особые требования к обустройству, оборудованию, месту расположения складов, которые определены действующим законодательством⁶.

Кратко основные требования можно представить такой совокупностью [8, с. 151]:

1) обустройство включает тип помещения, наличие открытой площадки, ограждение, искусственное освещение, отсутствие иных объектов и др.;

2) оборудование предусматривает наличие подъездных путей, технических средств таможенного контроля, весового оборудования, погрузочно-разгрузочной техники, средств связи, автоматизированной системы учета товаров и пр.;

3) места расположения должны быть в регионе деятельности одного таможенного органа, в разумной близости

от транспортных узлов и транспортных магистралей, при наличии подъездных путей и т. д.

Также имеются другие требования, которые определены действующими нормативно-правовыми документами России. Например, обязательным условием для складов временного хранения является необходимость размещения на его площадях структурного подразделения таможенного органа⁷.

Еще одним важным условием является требование к складу временного хранения обеспечить электронное взаимодействие между складом и таможенным органом с использованием сети Интернет⁸. В соответствии с данным условием склад обязан вести учет и представлять необходимую отчетность в таможенную службу в электронной форме.

Следует также принимать во внимание, что по законодательству России собственниками складов временного хранения могут быть только юридические лица государств – членов Таможенного союза, что обеспечивает для отечественных предпринимателей наиболее благоприятные условия развития данного вида деятельности.

⁷ Приказ Федеральной таможенной службы «Об утверждении требований к обустройству, оборудованию и месту нахождения складов временного хранения и прилегающей к ним территории, приближенных к государственной границе Российской Федерации и являющихся местом расположения таможенных органов или их структурных подразделений, осуществляющих таможенные операции и таможенный контроль в отношении товаров, перемещаемых через таможенную границу Таможенного союза» № 1600 от 19 августа 2014 г. URL: https://base.garant.ru/70771062/68ed1a27b8d10023e72d0e1640df82bb/#block_41.

⁸ Постановление Правительства РФ «О присоединении Российской Федерации к Международной конвенции об упрощении и гармонизации таможенных процедур от 18 мая 1973 г. в редакции Протокола о внесении изменений в Международную конвенцию об упрощении и гармонизации таможенных процедур от 26 июня 1999 года» № 584 от 02.08.2010 г. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=485483#00334477228854501>.

⁶ Федеральный закон «О таможенном регулировании в Российской Федерации» № 311-ФЗ от 27.11.2010 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_107181.

Таблица 3

Экспорт и импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в 2017–2018 гг.

Округ	Доля в общей стоимости внешнеторговых операций по продовольственным товарам и сельскохозяйственному сырью, % по годам				Таможенные декларации, оформленные в ТЛТ в 2017 г., % от общего количества
	2017		2018		
	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	
Российская Федерация, всего	100,0	100,0	100,0	100,0	*
1. Центральный федеральный округ	27,3	52,5	26,4	54,3	16
2. Северо-Западный федеральный округ	14,9	27,1	13,7	26,5	30
3. Южный федеральный округ	31,7	10,4	33,7	9,7	40
4. Северо-Кавказский федеральный округ	1,8	0,6	1,4	0,5	30
5. Приволжский федеральный округ	5,7	2,5	4,9	2,5	*
6. Уральский федеральный округ	1,2	1,0	1,0	1,0	3
7. Сибирский федеральный округ	3,6	2,6	3,7	1,7	7
8. Дальневосточный федеральный округ	13,8	3,3	15,2	3,8	30

Составлено автором по данным Росстата (* нет данных) [10, 11].

Table 3

Export and import of food products and agricultural raw materials in 2017–2018

District	Share in the total cost of foreign trade operations for food products and agricultural products, % by year				Customs declarations issued in TLT in 2017, % of the total number
	2017		2018		
	Exports	Imports	Exports	Imports	
Russian Federation, total	100.0	100.0	100.0	100.0	*
1. Central federal district	27.3	52.5	26.4	54.3	16
2. North-Western federal district	14.9	27.1	13.7	26.5	30
3. Southern federal district	31.7	10.4	33.7	9.7	40
4. North Caucasus federal district	1.8	0.6	1.4	0.5	30
5. Volga federal district	5.7	2.5	4.9	2.5	*
6. Urals federal district	1.2	1.0	1.0	1.0	3
7. Siberian federal district	3.6	2.6	3.7	1.7	7
8. Eastern federal district	13.8	3.3	15.2	3.8	30

Compiled by the author according to Rosstat (* no data) [10, 11].

Изучение количественных данных о складском хозяйстве России является затруднительным, т. к. в настоящее время в официальной открытой статистической информации РФ, а также в статистических сведениях Федеральной таможенной службы данные о складах России, включая склады временного хранения, имеют штучный характер. В то же время данная информация имеется во внутренних документах Росстата, т. к. в соответствии с действующим сейчас ОКПД 2 отдельно выделены предприятия, осуществляющие основную деятельность по коду 52.10.1 «Услуги по хранению продуктов в зонах внешней торговли»⁹. В данном нормативно-правовом документе указанные услуги по хранению в зонах внешней торговли находятся в разделе Н «Услуги транспорта и складского хозяйства» по коду деятельности 52.1 «Услуги по складированию и хранению».

⁹ «ОК 034-2014 (КПЕС 2008). Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности» (утвержден Приказом Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163703.

Изучение имеющейся открытой крайне ограниченной информации о деятельности складов в России нашло отражение в таблице 2, а также в последующем анализе этих данных.

Как видно из данных в таблице, в 2018 году рентабельность активов складской подотрасли деятельности превышает соответствующий показатель в целом по экономике России в 2,3 раза, а рентабельность проданных товаров (т. е. рентабельность всех текущих расходов по методике Росстата) выше такого же показателя в целом по всем отраслям страны в 1,5 раза. При этом доля предприятий складского хозяйства в общем количестве предприятий России всего лишь 3 %, а прибыль складских предприятий составляет чуть менее 4 % от всей прибыли экономики 2018 г. Такие показатели отражают хорошие экономические выгоды для предпринимателей при осуществлении ими складской деятельности: высокую прибыль по отношению к вложенным ресурсам и произведенным затратам.

В настоящее время большое внимание со стороны государственных органов регулирования экономики России уделяется созданию на базе складов временного хранения в приграничных регионах таможенно-логистических терминалов (далее – ТЛТ) с размещением на их территории таможенных органов или их структурных подразделений, что предусмотрено соответствующей концепцией¹⁰. Согласно отчетным данным Федеральной таможенной службы России, на данный момент функционируют 54 таможенно-логистических терминала¹¹. Непосредственно владельцами таких ТЛТ выступают таможенные органы, администрации субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, представители бизнес-сообществ и иные заинтересованные лица.

Косвенная оценка значимости ТЛТ для внешнеторговой деятельности возможна на основе данных о доле таможенных деклараций, оформленных в ТЛТ соответствующего региона¹². Изучение структуры экспортно-импортных поставок продукции сельского хозяйства по регионам России и сопоставление таких показателей с долей внешнеторговых сделок, осуществленных с использованием ТЛТ, позволяет сделать вывод об имеющихся диспропорциях в развитии современных складов временного хранения товаров на территории нашей страны (таблица 3).

Низкая загруженность значительного количества ТЛТ ставит под сомнение правильность организации внешнеторговых операций в отдельных регионах России [12, с. 82]. Данные в таблице 3 показывают, что преобладающая часть экспорта сельскохозяйственных товаров из России осуществляется в Центральном и Южном федеральных округах. А основная доля импорта в Россию агропромышленных товаров приходится на Центральный и Северо-Западный федеральные округа. В то же время в Центральном федеральном округе, наиболее значимом с точки зрения объемов внешнеторговых операций сельскохозяйственными товарами, всего лишь 16 % от общего количества сделок произошло с использованием ресурсов ТЛТ этого региона. Такая ситуация отражает в отношении ТЛТ в Центральном федеральном округе недостаточное количество, ограниченные мощности, скудность и невыгодные условия предлагаемых услуг.

Таким образом, необходимо изучение особенностей работы складов различных территорий и формирование комплекса мероприятий, которые позволят более эффективно использовать имеющиеся ресурсные возможности, в первую очередь – за счет расширения ТЛТ.

Результаты (Results)

Изучение бондовых структур России показало, что в настоящее время они активно развиваются. В современ-

ном нормативно-правовом поле РФ бондовые склады и бондовые зоны определяются как склады временного хранения товаров и данное толкование этих структур используется на территории всего единого экономического пространства стран-членов Евразийского экономического союза.

Бондовые склады дают существенное преимущество субъектам деятельности в течение срока использования ресурсов таких складов: исключают необходимость уплаты налогов и пошлин, освобождают от необходимости получения лицензий и разрешений, устраняют необходимость введения продукции в таможенный режим и оформления деклараций. Современные склады временного хранения товаров предоставляют их пользователям также другие выгоды, связанные с более низкими ценами на предлагаемые услуги, комплексным характером обслуживания, быстрым движением грузов. Примечательно, что склады временного хранения товаром можно использовать не только для осуществления внешнеторговых операций, но также и для успешного распределения сельскохозяйственных товаров внутри страны.

В современной России выявлен низкий уровень развития бондовых складов и бондовых зон: недостаточное количество и мощности, ограниченность предлагаемых услуг. В то же время складская деятельность в России является очень прибыльным видом бизнеса: рентабельность активов складов выше, чем в целом в экономике страны в 2,3 раза.

В данной работе обоснована необходимость дальнейшего развития бондовых структур России как инфраструктурной основы развития торговли сельскохозяйственной продукцией. Также определены ключевые характеристики, которыми должны обладать такие бондовые структуры, и эти характеристики включают: дислокация в регионах, торгующих сельскохозяйственной продукцией; крупные складские мощности, комплексный характер обслуживания (распределительные функции), предельная экономичность всех операций, стандартизированные технологические процессы, автоматизация процессов на основе российских программных продуктов.

Дальнейшее развитие бондовых структур в России создаст устойчивую основу для развития внутренней и внешней торговли сельскохозяйственными товарами, улучшит сохранность сельскохозяйственной продукции, обеспечит производителям и поставщикам товаров условия для дальнейшего развития объемов производства, облегчит распределительные операции участникам хозяйственной деятельности.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

С учетом публикаций ученых, осуществляющих изучение торговли, достаточно родственной по отношению к складской деятельности [13, 14, 15, 16], можно выработать условия для дальнейшего успешного развития складов и их системы в России. Развитие бондовых складов должно основываться на формировании общедоступной информации о возможностях имеющихся складов; переориентироваться на создание складов с высокой пропускной способностью; обеспечивать оптимизацию размещения складских единиц и их интеграцию с другими инфраструк-

¹⁰ Письмо ФТС РФ «О направлении Концепции» (вместе с «Концепцией таможенного оформления и таможенного контроля товаров в местах, приближенных к государственной границе Российской Федерации») № 21-50/39656 от 21.08.2009 г. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=91304&fld=134&dst=100006,0&rnd=0.643141480196129#01404060382572413>.

¹¹ Письмо Министерства финансов Российской Федерации «Вопрос: О реализации Концепции таможенного оформления и таможенного контроля товаров в местах, приближенных к государственной границе РФ» № 03-10-11/50186 от 4 августа 2017 г. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=QUEST&n=170160#08109953639516452>.

¹² Там же.

турными компонентами на территории страны. Также необходимо развитие широкого спектра дополнительных услуг складов, включая почтовую и экстренную доставку, парковку и технический сервис автомобилей, обработку и переработку грузов, услуги для населения, что также отмечают ведущие исследователи в данной области [17, 18]. Это не только обеспечит улучшение экономических показателей складов, но также создаст основы для повышения социальной эффективности всех отраслей деятельности экономики России, что будет выражаться в повышении товарооборота на душу населения, степени удовлетворения спроса на товары и услуги, уровня доходов населения и других важнейших показателей развития экономики [19, с. 39; 20, с. 3955].

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов. Склады временного хранения товаров (бондовые склады) являются важнейшим компонентом инфраструктуры торговли сельскохозяйственными товарами. Использование таких складов при осуществлении сделок позволяет экономить на бюджетных платежах, упрощает документооборот, ускоряет товародвижение, повышает сохранность скоропортящейся продукции. Современные склады временного хранения товаров имеют недостаточные мощности, ограниченный набор предлагаемых услуг и отсутствие интеграции в распределительные системы

сельскохозяйственных производителей. При этом в складской отрасли России отмечается высокий уровень экономической эффективности деятельности, что доказывает целесообразность создания и дальнейшего развития бондовых складов в нашей стране.

Обобщая изложенное, можно рекомендовать субъектам, занимающимся осуществлением деятельности бондовых складов в России:

- 1) увеличение количества складов в регионах с большими объемами сельскохозяйственного производства;
- 2) укрупнение ресурсов и объемов деятельности складских предприятий и их постепенная трансформация в таможенно-логистические терминалы;
- 3) ускорение всех таможенно-складских операций;
- 4) переориентацию складов на выполнение комплекса распределительных функций (транспортировка, доработка, маркировка и пр.);
- 5) снижение цен на услуги складов на основе экономии текущих расходов, особенно за счет более эффективного управления;
- 6) стандартизацию технологических процессов складов для ускорения движения товаров и недопущения лишних операций;
- 7) автоматизацию всех складских процессов на основе отечественных продуктов.

Библиографический список

1. Калужский М. Л. Электронная коммерция: маркетинговые сети и инфраструктура рынка: монография. М.: Экономика, 2014. 328 с.
2. Шарошенко И. В., Иванова Д. О. Анализ особенностей функционирования объектов околотамуженной инфраструктуры Российской Федерации // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8. № 6. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/78EVN616.pdf> (дата обращения: 13.10.2019).
3. Михайлова С. А. О некоторых вопросах применения таможенной процедуры свободного склада на современном этапе // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2018. № 2 (31). С. 16–23.
4. Михайлюк М. В. Трансформация и развитие логистики интернет-торговли в условиях многоканальной модели продаж: автореф. дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05. СПб., 2019. 39 с.
5. Панкина Т. В., Никишин А. Ф., Бойкова А. В. Привлечение и удержание покупателей в электронной торговле // Российское предпринимательство. 2018. Т. 19. № 3. С. 683–696.
6. Информационно-техническое обеспечение деятельности складов временного хранения в России: монография / В. А. Карданов [и др.]. М.: Русайнс, 2018. 122 с.
7. Официальный сайт ФТС России. URL: <http://customs.ru/registers/temporary-warehouse-owners> (дата обращения: 11.10.2019).
8. Вологодина Е. С. Перспективные направления деятельности складов временного хранения как объектов околотамуженной инфраструктуры (на примере Забайкальского края) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. № 6 (109). С. 149–156.
9. Российский статистический ежегодник. М., 2019. С. 338, 348, 357, 359.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: стат. сб. М., 2018. 1162 с.
11. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2019: стат. сб. М., 2019. 1204 с.
12. Игошина Ю. С., Шарошенко И. В. Современный подход к развитию таможенной инфраструктуры (на примере Уссурийской таможни) // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. 2010. № 3 (52). С. 80–86.
13. Ivanov G. G., Efimovskaya L. A., Mayorova E. A., Nikishin A. F., Shipilova S. S., Boykova A. V., Tyunik O. R. Perspective directions of trade development: monograph / Ed. by G. Ivanov. Vienna, 2017. 130 с.
14. Чеглов В. П. Технологии товародвижения в сетевых торговых организациях: проблемы и решения // Менеджмент и бизнес-администрирование. 2012. № 4. С. 98–110.
15. Алексина С. Б. Сценарии развития стратегии дистрибуции на рынке FMCG в условиях усиления давления федеральных торговых сетей // Российское предпринимательство. 2018. Т. 19. № 3. С. 709–724.
16. Куренкова В. П. Контроль качества товаров в системе государственного регулирования торговой деятельности // Российское предпринимательство. 2018. Т. 19. № 11. С. 3289–3300.

17. Добринский В. П. Алгоритм проведения программы государственного развития таможенно-логистической инфраструктуры // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Т. 7. № 3А. С. 250–258.
18. Вартазарова А. Э. Организационно-методическое обеспечение создания логистических индустриальных парков транзитных территорий: на примере Воронежской области: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2018. 26 с.
19. Иванов Г. Г., Майорова Е. А., Никишин А. Ф. Рейтингование регионов РФ на основе индикатора социальной эффективности торговли // Экономика. Бизнес. Банки. 2017. № 1 (18). С. 39–51.
20. Ivanov G. G., Mayorova E. A., Nikishin A. F. Social trading performance in Russian regions // International Journal of Economic Research. 2016. Vol. 13. No. 9. Pp. 3955–3963.

Об авторах:

Оксана Сергеевна Карашчук¹, кандидат экономических наук, доцент базовой кафедры торговой политики, ORCID 0000-0003-2212-5034, AuthorID 711525; kсениак72@mail.ru

¹ Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

Bonded warehouses: modern infrastructure for trading agricultural products

O. S. Karashchuk¹✉

¹ Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Moscow, Russia

✉E-mail: kсениак72@mail.ru

Abstract. Bonded warehouses are the most important infrastructure link in the distribution systems of the leading countries in international trade. The largest transnational companies of such States, having a piece number of bond structures, provide huge supplies of their products to the domestic and international markets. **The purpose of the study** was to justify the need to develop bonded warehouses and bonded zones in Russia in order to create infrastructure conditions for the development of production and trade in agricultural products. **Research methods** included observations, groupings, comparisons, and statistical evaluations. **According to the results of the study**, it was determined that bond structures in Russia are regulated by legal documents applicable to temporary storage warehouses, adopted within the framework of the common economic space of the member States of the Eurasian economic Union. The procedure for temporary storage in bonded warehouses allows avoiding tax and other duties, obtaining licenses, permits, etc., entering products into the customs regime and filing a Declaration during the storage period. In addition, bonded warehouses provide users of their services with economic benefits due to lower prices for services, comprehensive maintenance, and faster product movement. The analysis showed that in Russia, bonded warehouses and zones have a low level of development: their number and capacity are insufficient, and the services offered are limited to transport, warehouse, and customs. At the same time, warehouse activity in Russia is highly profitable: the profitability of assets is 2.3 times higher than the indicator for the economy as a whole. For further development of bonded warehouses in Russia, it is recommended to increase their capacity in the regions that are key in the production and trade of agricultural products, expand the services provided, and integrate with agricultural producers. **The scientific novelty** of the work consists in substantiating the theoretical foundations of the role and necessary characteristics of bonded warehouses as an infrastructure basis for the development of trade in agricultural goods in Russia.

Keywords: bonded warehouse, bonded zone, temporary storage warehouse, customs and logistics terminal, trade, agriculture, agricultural products, distribution, logistics.

For citation: Karashchuk O. S. Bondovye sklady: sovremennaya infrastruktura trgovli sel'kokhozyaystvennoy produktsiei [Bonded warehouses: modern infrastructure for trading agricultural products] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 82–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-82-90. (In Russian.)

Paper submitted: 09.02.2020.

References

1. Kaluzhskiy M. L. Elektronnyaya kommertsiya: marketingovye seti i infrastruktura rynka: monografiya [Electronic Commerce: marketing the network and infrastructure market: monograph]. Moscow: Ekonomika, 2014. 328 p. (In Russian.)
2. Sharoshchenko I. V., Ivanova D. O. Analiz osobennostey funktsionirovaniya ob'ektov okolotamozhennoy infrastruktury Rossiyskoy Federatsii [Analysis of features of functioning of objects of transport and customs infrastructure of the Russian Federation] // Internet-zhurnal "Naukovedenie". 2016. T. 8. No. 6. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/78EVN616.pdf> (appeal date: 13.10.2019). (In Russian.)
3. Mikhaylova S. A. O nekotorykh voprosakh primeneniya tamozhennoy protsedury svobodnogo sklada na sovremennom etape // Akademicheskii vestnik Rostovskogo filiala Rossiyskoy tamozhennoy akademii [On some issues of application of the

free warehouse customs procedure at the present stage] // Academic Bulletin of the Russian Customs Academy, Rostov branch. 2018. No. 2 (31). Pp. 16–23. (In Russian.)

4. Mikhaylyuk M. V. Transformatsiya i razvitie logistiki internet-torgovli v usloviyakh mnogokanal'noy modeli prodazh: avtoref. dis. ... d-ra ekon. nauk: 08.00.05 [Transformation and development of e-Commerce logistics in a multi-channel sales model: dis. abstract ... doctor of economics: 08.00.05]. Saint Petersburg, 2019. 39 p. (In Russian.)

5. Pankina T. V., Nikishin A. F., Boykova A. V. Privlechenie i uderzhanie pokupateley v elektronnoy torgovle [The attraction and retention of customers in electronic Commerce] // Russian Journal of Entrepreneurship. 2018. T. 19. No. 3. Pp. 683–696. (In Russian.)

6. Informatsionno-tekhicheskoe obespechenie deyatel'nosti skladov vremennogo khraneniya v Rossii: monografiya [Information and technical support of temporary storage warehouses in Russia: monograph] / V. A. Kardanov [et al.]. Moscow: Rusayns. 2018. 122 p. (In Russian.)

7. Ofitsial'nyy sayt FTS Rossii [Official website of the Federal customs service of Russia]. URL: <http://customs.ru/registers/temporary-warehouse-owners> (appeal date: 11.10.2019). (In Russian.)

8. Vologdina E. S. Perspektivnye napravleniya deyatel'nosti skladov vremennogo khraneniya kak ob'ektov okolo tamozhennoy infrastruktury (na primere Zabaykal'skogo kraya) [Perspective directions of activity of temporary storage warehouses as objects of customs infrastructure (on the example of the Trans-Baikal territory)] // Transbaikal State University Journal. 2014. No. 6 (109). Pp. 149–156. (In Russian.)

9. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik [Russian statistical yearbook]. 2019. Moscow, 2019. Pp. 338, 348, 357, 359. (In Russian.)

10. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socio-economic indicators]. 2018. Moscow, 2018. 1162 p. (In Russian.)

11. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli [Regions of Russia. Socio-economic indicators]. 2019. Moscow, 2019. 1204 p. (In Russian.)

12. Igoshina Yu. S., Sharoshchenko I. V. Sovremennyy podkhod k razvitiyu tamozhennoy infrastruktury (na primere Ussuriyskoy tamozhni) [A modern approach to the development of the customs infrastructure (on the example of the Ussuri customs)] // Tamozhennaya politika Rossii na Dal'nem Vostoke. 2010. No. 3 (52). Pp. 80–86. (In Russian.)

13. Ivanov G. G., Efimovskaya L. A., Mayorova E. A., Nikishin A. F., Shipilova S. S., Boykova A. V., Tyunik O. R. Perspective directions of trade development: monograph / Ed. by G. Ivanov. Vienna, 2017. 130 p.

14. Cheglov V. P. Tekhnologii tovarodvizheniya v setevykh torgovykh organizatsiyakh: problemy i resheniya [Commodity movement technologies in network trade organizations: problems and solutions] // Menedzhment i biznes-administrirvanie. 2012. No. 4. Pp. 98–110. (In Russian.)

15. Aleksina S. B. Stsenarii razvitiya strategii distrib'yutsii na rynke FMCG v usloviyakh usileniya davleniya federal'nykh torgovykh setey [Scenarios for the development of the distribution strategy on the FMCG market in the conditions of increasing pressure from Federal retail networks] // Russian Journal of Entrepreneurship. 2018. T. 19. No. 3. Pp. 709–724. (In Russian.)

16. Kurenkova V. P. Kontrol' kachestva tovarov v sisteme gosudarstvennogo regulirovaniya torgovoy deyatel'nosti [Quality control of goods in the system of state regulation of trade activity] // Russian Journal of Entrepreneurship. 2018. T. 19. No. 11. Pp. 3289–3300. (In Russian.)

17. Dobrinskiy V. P. Algoritm provedeniya programmy gosudarstvennogo razvitiya tamozhenno-logisticheskoy infrastruktury [Algorithm of the program of state development of customs and logistics infrastructure] // Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra. 2017. T. 7. No. 3A. Pp. 250–258. (In Russian.)

18. Vartazarova A. E. Organizatsionno-metodicheskoe obespechenie sozdaniya logisticheskikh industrial'nykh parkov tranzitnykh territoriy: na primere Voronezhskoy oblasti: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Organizational and methodological support for the creation of logistics industrial parks in transit territories: on the example of the Voronezh region: auto-abstract of the dis. ... PhD in economics]. Moscow, 2018. 26 p. (In Russian.)

19. Ivanov G. G., Mayorova E. A., Nikishin A. F. Reytingovanie regionov RF na osnove indikatora sotsial'noy effektivnosti torgovli [Rating of regions of the Russian Federation based on the indicator of social efficiency of trade] // Economy Business Banks [Economy. Business. Banks]. 2017. No. 1 (18). Pp. 39–51. (In Russian.)

20. Ivanov G. G., Mayorova E. A., Nikishin A. F. Social trading performance in Russian regions // International Journal of Economic Research. 2016. Vol. 13. No. 9. Pp. 3955–3963.

Authors' information:

Oksana S. Karashchuk¹, candidate of economic sciences, associate professor of the basic department of trade policy, ORCID 0000-0003-2212-5034, AuthorID 711525; kseniak72@mail.ru

¹ Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Moscow, Russia

Testing the methodology for analyzing the impact of wages on the reproduction of cadres in rural areas by the example of urban districts of the Sverdlovsk region

V. M. Sharapova¹, I. A. Borisov², N. V. Sharapova^{2✉}

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Economic University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: sharapov.66@mail.ru

Abstract. The purpose of this article is to develop and test a methodology for assessing the impact of wages on the reproduction of personnel in rural areas. Urban districts of the Sverdlovsk region were selected as the object for the pilot project. As a research method, the authors used multiple regression analysis of spatial data using the least squares method. As the data sources for the sample, data from the database of the municipalities of Rosstat were used. As a result of the behavioral research, key factors were identified that affect various indicators of the reproduction of the labor resources of the territory, the statistical significance of the influencing factors is evaluated, and the explanatory ability of the obtained models of their possibilities of their use for forecasting is evaluated. It was found that indicators of wages have a significant impact on most indicators of the reproduction of labor resources, indicators of the state of public health in the territory also have a significant impact. Based on the results of the study, recommendations are given for further refinement of the methodology, as well as recommendations for improving the system of statistical reporting of municipalities. The scientific novelty of the study is the use of regression analysis as a method for assessing the reproductive processes of rural territories using data from urban districts of the Sverdlovsk region. The practical significance of the results obtained is a quantitative assessment of the dependence of the reproduction parameters on the factors under study, which makes it possible to quantify the economic effect of the predicted measures. Also, the practical significance of the article lies in identifying the advantages and disadvantages of the proposed methodology that emerged during the pilot study, and the corresponding directions for its improvement.

Keywords: reproduction of labor resources, rural territories, movement of labor resources of the territory, labor market, human capital.

For citation: Sharapova V. M., Borisov I. A., Sharapova N. V. Testing the methodology for analyzing the impact of wages on the reproduction of cadres in rural areas by the example of urban districts of the Sverdlovsk region // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 03 (194). Pp. 91–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-194-3-91-100.

Paper submitted: 05.02.2020.

Introduction

Foreign experience in modeling the processes of reproduction of rural territories is formed within the framework of agricultural economics, which emerged as an independent field of economic knowledge at the beginning of the last century with the world-famous monograph by G. K. Taylor [1] in 1912. Thus, the history of modeling the processes of reproduction of labor Resource in agriculture has almost a century of history. Most actively, this area began to develop from the 1960–1970s. accompanied by a significant increase in empirical research using various economic and mathematical methods, primarily econometric analysis. At the same time, an essential feature of the foreign approach to the study of reproduction processes is the consideration of the various phases and aspects of the reproduction of labor resources separately at the level of adoption by the subjects of the reproduction process of specific decisions, in contrast to the comprehensive consideration of reproduction inherent in domestic economic science.

Based on the analysis of the research experience of modeling the processes of reproduction of rural personnel, it can be concluded that most foreign studies are concentrated around three main research areas. The first research area involves the analysis of various aspects of the formation of human capital in rural areas in the crayfish of the theory of human capital. The second research area involves the analysis of migration processes in rural areas, primarily the outflow of population from rural areas. The third research area involves an analysis of the demand for labor from agricultural enterprises, including the establishment of an optimal wage system.

Based on the analysis of world experience in the study of reproductive processes in rural areas, it can be concluded that the regression analysis of macro data by territory is used as the main analysis tool. The only exception is the third research area, using micro data as a data source. However, due to the complexity of obtaining micro data, this direction does not have a well-established methodology for obtaining empirical results.

Among the most modern foreign studies, mention can be made of the work of Ardington, Cally, et al. [2], Ma, SangJin, et al. [3], Dutta, Subrata, and Subhendu Chakrabarti [4], Luong, Hy V. [5], Sagynbekova L. [6].

Among the most modern domestic works on the problem of the reproduction of labor resources in rural areas, the work of Zakshevsky V. G., Merenkova I. N. deserves mention [7], Gorbunova O. S. [8], Yugov E. A. [9], Yurzina T. A. [10], Bannikova N. V. [11], Bondarenko L. V. [12], Rakhmatullina L. I. [13], Umerova S. E. [14], Chekmareva E. A. [15], Sharipova S. A. [16].

Based on a comparison of the methodology of domestic and foreign works devoted to the problems of reproduction of labor resources, it can be concluded that domestic works usually use economic and statistical methods in research, involving an analysis of a system of interrelated socio-economic indicators. This methodology is significantly different and inferior to the methodology of foreign studies based on the use of regression analysis. At the same time, an important advantage of Russian studies is their complexity, while foreign studies are more focused on the analysis of any particular aspects of the reproduction system. Thus, there is a need to develop a comprehensive methodology for analyzing the reproduction of labor resources using the generally accepted methodology of regression analysis.

Methods

The methodology for analyzing the effect of wages on the reproduction of cadres in rural areas should satisfy the following criteria.

Firstly, the methodology should be applicable at the level of economic entities and authorities at the appropriate level, in particular, not involve additional research and additional costs.

Secondly, the methodology should correctly take into account the specifics of each territory.

Thirdly, the methodology should be based on modern scientific methods of assessment, implying the possibility of an objective assessment of the significance of the influence of various factors.

The specifics of the reproduction of cadres in rural territories is that since the rural population generally lives at a considerable distance from large cities, the local factors of each settlement have a great influence on reproduction. Moreover, significant intraregional differentiation of territories does not allow the use of regional statistics as a data source. The requirement of the feasibility of the methodology, in turn, makes it impossible to use the specific data of business entities, since such data is often not open, and sometimes not comparable. Based on this, in our opinion, the most appropriate would be the use in the development of methods of statistical reporting of municipalities. The advantage of this data type is its regularity, comparability and accessibility. At the same time, the indicated data allow taking sufficiently into account the specifics of specific territories up to the territorial division of the subject of the Russian Federation.

In our opinion, the most justified method of assessment is the use of multiple regression analysis. As a review of foreign studies on the problems of reproduction of cadres in rural areas in its various aspects shows, this method is standard for this kind of research. The advantages of this method include

the ability to evaluate the explanatory ability of the model, the significance of the influence of individual factors on the parameters of reproduction, as well as its strength. A significant advantage of this type of model is the possibility of using them as a forecasting tool that evaluates the influence of various control actions on the analyzed variables with a predetermined degree of accuracy.

The complexity of the personnel reproduction process involves the use of various indicators of the reproduction process as dependent variables of the model, it should be noted that since the personnel reproduction process is an integral part of the general population reproduction process, variables characterizing the population reproduction processes should be used as dependent variables.

The characteristics of the territory should be used as independent variables, including indicators of the average wage in the territory and in sectors related to agriculture. Also, when choosing independent variables, special attention should be paid to variables that are the results of decisions made by both business entities of a given territory and municipal authorities.

In general terms, the methodology for analyzing the effect of wages on the system of reproduction of personnel involves the implementation of the following stages of the study.

The first stage involves the selection of a set of dependent variables for a given research object.

The second stage involves the selection of independent variables.

The third stage involves the assessment of a set of regression equations of the form:

$$y = \alpha + \beta X, \quad (1)$$

where y – endogenous variable characterizing the reproduction process,

X – vector of independent variables characterizing the state of the territory and the level of wages,

ε – random error.

The fourth stage involves the determination of a set of independent variables that best explain the behavior of the corresponding dependent variable. As a selection criterion, the adjusted determination coefficient will be used, taking into account differences in the number of explanatory variables for different equations.

The fifth stage involves predicting the effect of wages on the corresponding parameters of the reproduction process using the best forms of dependence among the evaluated equations. At this stage, it is supposed to evaluate the average reaction of reproduction parameters to changes in wages and the construction of corresponding confidence intervals.

It should be noted that the final form of the methodology, including a set of explanatory variables, is individual for each object and study period.

As a pilot study, this work assumes an assessment of the impact of wages on the reproduction of personnel by the example of a sample that includes urban districts of the Sverdlovsk region.

Let's move on to the selection of a set of dependent variables. A significant problem in determining the set of dependent variables is the restrictions arising from the incompleteness of regional statistics. So, for example, the data on the average number of enterprises related, according to OKVED2, to

the sector Agriculture, forestry, hunting, fishing, and fish farming are extremely incomplete. In fact, from 64 urban districts of the Sverdlovsk region, complete data on the number of such enterprises for 2016–2018 present only in 16 municipalities. This circumstance does not allow the use of this variable, since the insufficiency and non-representativeness of the sample will not allow us to obtain reliable conclusions on its basis.

Based on the analysis of the statistics of municipalities, the following dependent variables were selected for the study.

Variables characterizing the structure of the rural population:

1. The share of the working-age population in the total rural population in 2018.

2. The proportion of the population younger than working age in the total rural population in 2018.

3. The share of the population over working age in the total rural population in 201.

Indicators characterizing the movement of the population on the territory of the municipality:

4. Relative migration growth, 2018.

5. The relative total population influx of the municipality in 2018.

6. The relative influx of the rural population of the municipality in 2018.

7. The share of arrivals from abroad in the total number of arrivals in the municipality in 2018.

8. The share of people who leave outside the Russian Federation in the total number of people who leave the municipality in 2018.

9. The proportion of those who leave within the region in the total number of people who leave the municipality in 2018.

10. Total fertility rate, ppm, 2018.

11. The total mortality rate, ppm, 2018.

Let's move on to the choice of independent variables.

It should be noted that the influence of independent variables usually does not occur immediately, but with a slight delay, which allows the use of data from past periods of time in the study. Also, in order to take into account the lag in the influence, the study will use the values of explanatory variables at least 2017.

Based on the analysis of municipal statistics, the following variables were selected for the study.

Salary indicators in the municipality:

1. The average monthly salary of employees of organizations (at okved2), rubles, Section A Agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming, 2017.

2. The average monthly salary of employees of organizations (in okved2), ruble, total for the types of economic activity surveyed, 2017.

Indicators of social infrastructure:

3. The share of residents in emergency residential buildings in the total population of the municipality in 2010.

4. The proportion of the population living in us. points that do not have regular bus and (or) rail links with the administrative center of the city district, in the total population of the city district, percentage, 2017.

5. The number of consumer services facilities providing services, unit per capita, 2016.

6. Attendance ratio MDOU, percentage, 2011.

7. Number of cultural and leisure facilities, unit per capita, 2017.

8. The total area of residential premises, thousand square meters, thousand square meters, per capita in 2017.

9. Number of sports facilities, total, unit per capita, 2017.

10. The share of residents in dilapidated residential buildings in the total population of the municipality in 2016.

Indicators of economic development of the territory:

11. The volume of investments in fixed assets (excluding budgetary funds) per 1 person, ruble, 2017.

12. Area of the trading floor of retail facilities, shops, square meter per capita, 2017.

13. The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations, percentage, 2015.

14. Turnover of public catering (excluding small businesses) (by okved2), thousand rubles per capita, January – December, 2017.

15. Livestock and poultry on farms of all categories at the end of the year, cattle, head per capita, 2017.

16. Sown area of crops, hectare per capita, 2017.

17. Agricultural products (at actual prices), thousand rubles per capita, 2017.

Indicators of the health status of the territory:

Unfortunately, in the wake of optimizing the health sector for unknown reasons, indicators of the provision of public health services have ceased to be reflected in municipal statistics from 2010–2011. At the same time, it should be expected that medical care as an essential element of territorial infrastructure will have a significant impact on reproduction processes. As a result, the study includes the latest available data on the health status of the territory.

The selected variables are:

18. Number of hospital organizations (departments) of health care, unit per capita, 2011.

19. Number of hospital beds, bed per capita in 2010.

20. The capacity of outpatient organizations, per-shift visits, City districts of the Sverdlovsk region, the value of the indicator for the year, independent and departments as part of hospital organizations and other healthcare facilities, 2010.

21. The number of doctors of all specialties (without dentists), people per capita, 2010.

Specific indicators of the territory:

We refer to specific indicators of the territory indicators that are not included in the considered groups of indicators, but that have a potentially significant impact on the nature of reproduction.

As such indicators in the study are used:

22. Emitted into the atmosphere of pollutants emanating from stationary sources - total, thousand tons per capita, 2017.

23. The share of the population, who defined their nationality as Russians in 2010, in the total number of the municipality. Unfortunately, more recent data on the ethnic composition of municipalities are lacking, while at the theoretical level there is reason to believe that the predominance of ethnic minorities in settlements (on the territory) may lead to the emergence of national-specific models of reproduction, which explains the inclusion of this variable in analysis.

24. The share of the rural population in the total population of the municipality, 2017. This indicator characterizes the specialization of settlement in the territory of the municipality.

Results

According to the results of the study, the following results were obtained.

For indicators of the structure of the rural population.

For the proportion of the working-age population:

1. Salary of enterprises related to section A of OKVED. This indicator has a steady positive effect on the share of the able-bodied population in all specifications of the model.

2. The average wage without taking into account industry specifics does not have a significant effect, which confirms the special importance of agriculture for the economy of rural territories.

3. The indicators of social infrastructure do not have a significant impact.

4. Among the indicators of economic development, a significant impact is exerted by:

– positive impact – investment in fixed assets;

– negative impact – agricultural products per capita. The negative sign of this indicator may be explained by the lower competitiveness of territories specializing in agriculture.

5. Among the indicators of the state of health care in 2010, the impact is exerted by:

– positive – the number of hospitals per capita in 2011;

– negative – the number of doctors per capita in 2010.

The nature of the impact of these indicators can be explained by the characteristics of the demand for medical services of different age groups.

6. Among the specific indicators of the territory, none has a significant effect.

The results of the assessment of the regression equation are presented in table 1.

For a share of the population below working age:

1. Wage figures do not have a significant impact.

2. Among the indicators of social infrastructure, the attendance coefficient of MDOU has a significant negative effect. In our opinion, this can be explained by the presence of the problem of endogeneity and MDOU deficiency in territories with increased birth rates.

Table 1
The results of the assessment of regression equations for the proportion of the population of working age*

Final sample				41
<i>R-squared</i>				0.535597
<i>Adjusted R-squared</i>				0.469253
<i>F-statistics</i>				8.073105
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000038
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	0.459233	0.028409	16.16529	0.0000
<i>The number of hospital organizations (departments) of health care, unit per capita, 2011</i>	579.3446	156.5460	3.700796	0.0007
<i>Volume of investments in fixed assets (excluding budgetary funds) per 1 person, rubles, 2017</i>	2.22E ⁻⁰⁷	6.84E ⁻⁰⁸	3.250909	0.0025
<i>Agricultural products (at actual prices), thousand rubles per capita, 2017</i>	-0.000505	0.000132	-3.831991	0.0005
<i>The average monthly salary of employees of organizations (at okved2), ruble, Section A Agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming, 2017</i>	4.67E ⁻⁰⁶	1.18E ⁻⁰⁶	3.964401	0.0003
<i>The number of doctors of all specialties (without dentists), people per capita, 2010</i>	-34.76420	9.777907	-3.555383	0.0011

* Compiled by the author.

Table 2
Assessment results of regression equations for the share of the population below the working age*

Final sample				59
<i>R-squared</i>				0.441305
<i>Adjusted R-squared</i>				0.388598
<i>F-statistics</i>				8.372790
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000007
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	0.317275	0.048196	6.582953	0.0000
<i>The number of hospital organizations (departments) of health care, unit per capita, 2011</i>	-382.0068	80.70349	-4.733461	0.0000
<i>Number of hospital beds, per capita bed in 2010</i>	4.244192	1.801044	2.356518	0.0222
<i>MDOU attendance rate, percent, 2011</i>	-0.154082	0.062644	-2.459625	0.0172
<i>Livestock and poultry on farms of all categories at the end of the year, cattle, head per capita, 2017</i>	0.047803	0.018729	2.552344	0.0136
<i>Livestock and poultry on farms of all categories at the end of the year, cattle, head per capita, 2017</i>	-12.44543	6.925426	-1.797063	0.0780

* Compiled by the author.

3. Among the indicators of economic development, a significant positive effect is exerted only by the number of cattle per capita. In our opinion, this influence may indirectly reflect the higher efficiency of the livestock industry, which offers its employees greater stability as a necessary condition for raising children.

4. Among the indicators of the state of health, a significant impact is exerted by:

- negative impact – the number of hospitals and doctors;
- positive – the number of hospital beds.

In our opinion, this result is also explained by the characteristics of the age structure of demand for medical services.

5. Among the specific indicators of the territory, none has a significant effect.

The results of the assessment of the regression equation are presented in table 2.

For a share of the population over working age, none of the factors included in the model had a significant effect.

For population movement indicators, the following results were obtained.

The following factors affect the relative total population influx of the municipality in 2018:

1. The average monthly salary of employees of organizations (in okved2), the ruble, in total for the types of economic activity surveyed, 2017, has a positive effect, which confirms a significant positive effect on the reproduction of wages.

2. Among the indicators of social infrastructure, none has a significant impact.

3. Among the indicators of economic development of the territory, a significant positive impact is exerted by the share of the average number of employees (without external part-time employees) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015.

4. Among the indicators of the state of health care, the number of hospital beds per capita in 2010 has a significant positive effect. This confirms the positive contribution of the availability of medical services to reproduction.

5. Among the specific indicators of the territory, none had a significant impact.

The results of the assessment of the regression equation are presented in table 3.

The relative influx of the rural population of the municipality in 2018 is only statistically significant: the insignificance of other indicators may indicate the peculiarities of local labor markets in rural areas, on which more wages and access to jobs. In this case, small and medium-sized businesses as the most mobile subjects of labor demand provide more objective and transparent conditions for employment. In addition, it is highly likely that small and medium-sized businesses present less stringent formal requirements for candidates than large enterprises, which also increases the availability of these jobs.

The results of the evaluation of the regression equation are presented in table 4.

The following factors influence the relative migration growth in urban districts of the Sverdlovsk region in 2018:

1. The average monthly salary of employees of organizations (by okved2), the ruble, in total for the types of economic activities surveyed, 2017, has a positive effect, which confirms a significant positive effect on the migration attractiveness of the territory.

2. Among the indicators of social infrastructure, none has a significant impact.

3. Among the indicators of economic development of the territory:

- a significant positive impact is exerted by the share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015;

- significant negative effect is exerted by the turnover of public catering (excluding small businesses) (by okved2), thousand rubles per capita, January – December, 2017.

Features The influence of the latter indicator also indirectly confirms the greater importance for the attractiveness of the territory for the development of small and medium-sized businesses and less attractive in the case of the development of large enterprises in competing industries. It is also possible that the negative coefficient of the given variable is explained by the incompleteness of municipal statistics for this indicator.

Table 3

Assessment results of regression equations for the relative total population influx of the municipality in 2018*

Final sample				64
<i>R-squared</i>				0.414976
<i>Adjusted R-squared</i>				0.385724
<i>F-statistics</i>				14.18661
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000000
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	−0.038251	0.004816	−7.943289	0.0000
<i>Number of hospital beds per capita in 2010</i>	0.636236	0.307437	2.069486	0.0428
<i>The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations, percentage, 2015</i>	0.000486	9.04E ^{−05}	5.381315	0.0000
<i>The average monthly salary of employees of organizations (by okved2), ruble, total for the types of economic activity surveyed, 2017</i>	4.47E ^{−07}	1.17E ^{−07}	3.815645	0.0003

* Compiled by the author.

Table 4

Results of the assessment of regression equations for the relative influx of the rural population of the municipality in 2018*

Final sample				59
<i>R-squared</i>				0.164680
<i>Adjusted R-squared</i>				0.150025
<i>F-statistics</i>				11.23731
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.001429
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	-0.037749	0.006951	-5.431084	0.0000
<i>The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations, percentage, 2015</i>	0.001045	0.000312	3.352209	0.0014

* Compiled by the author.

Table 5

The results of the assessment of regression equations for relative migration growth in urban districts of the Sverdlovsk region*

Final sample				41
<i>R-squared</i>				0.705919
<i>Adjusted R-squared</i>				0.663907
<i>F-statistics</i>				16.80294
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000000
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	-0.031605	0.003230	-9.783519	0.0000
<i>Number of hospital beds per capita in 2010</i>	0.583830	0.196797	2.966652	0.0054
<i>The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015</i>	0.000227	7.85E-05	2.893533	0.0065
<i>The turnover of public catering (excluding small businesses) (by okved2), thousand rubles per capita, January – December, 2017</i>	-0.001455	0.000485	-3.000843	0.0049
<i>The turnover of public catering (excluding small businesses) (by okved2), thousand rubles per capita, January – December, 2017</i>	-0.027018	0.010672	-2.531712	0.0160
<i>Average monthly salary of employees of organizations (by okved2), ruble, total for the surveyed types of economic activity, 2017</i>	6.70E-07	9.45E-08	7.089980	0.0000

* Compiled by the author.

4. Among health indicators:

– a significant positive effect is exerted by the number of hospital beds per capita in 2010, which confirms the positive contribution of the provision of medical services to reproduction;

– significant negative impact is exerted by the capacity of outpatient organizations, per-shift visits, independent and departments as part of hospital organizations and other health-care facilities, 2010. The value of this indicator may be explained by the inclusion in the statistics of medical institutions focused on patient care, not living in this municipality.

5. Among the specific indicators of the territory, none had a significant impact.

The results of the assessment of the regression equation are presented in table 5.

For the share of arrivals from abroad in the total number of arrivals to the municipality in 2018, none of the factors considered had a significant impact. This circumstance can be ex-

plained by the fact that in the case of an influx of people from abroad, the decisive role is played not by local but regional factors of the territory's attractiveness.

The following factors affect the overall mortality rate, per thousand, of 2018:

1. The average monthly salary of employees of organizations (in okved2), the ruble, in total for the types of economic activity surveyed, 2017, has a negative effect, which confirms a significant positive effect on the reproductive processes of the territory.

2. Among the indicators of social infrastructure, a significant positive effect is exerted by the total area of residential premises, thousand square meters, per capita in 2017. The positive effect of this indicator on mortality can be explained by the elderly living mainly in individual residential buildings, characterized by a larger area per tenant.

3. Among the indicators of economic development of the territory:

Table 6

Results of the assessment of regression equations for the overall mortality rate, permille, 2018*

Final sample				64
<i>R-squared</i>				0.502308
<i>Adjusted R-squared</i>				0.468566
<i>F-statistics</i>				14.88682
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000000
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	17.06432	1.905956	8.953152	0.0000
<i>The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015</i>	-0.059450	0.022832	-2.603847	0.0116
<i>The total area of residential premises, thousand square meters m, thousand square meters, per capita in 2017</i>	152.1240	65.79641	2.312042	0.0243
<i>Capacity of outpatient organizations, per-shift visits, independent and departments as part of hospital organizations and other healthcare facilities, 2010</i>	15.59535	5.005596	3.115583	0.0028
<i>Average monthly salary of employees of organizations (by okved2), ruble, total for the surveyed types of economic activity, 2017</i>	-0.000170	2.83E-05	-6.001886	0.0000

* Compiled by the author.

Table 7

Assessment results of regression equations for the total fertility rate, permille, 2018*

Final sample				64
<i>R-squared</i>				0.590056
<i>Adjusted R-squared</i>				0.562263
<i>F-statistics</i>				21.23055
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000000
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	8.849172	0.753251	11.74797	0.0000
<i>The number of hospital organizations (departments) of health care, unit per capita, 2011</i>	-15111.39	3117.730	-4.846921	0.0000
<i>Number of hospital beds, per capita bed in 2010</i>	194.7913	66.61007	2.924352	0.0049
<i>The share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized entrepreneurs in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations, percentage, 2015</i>	0.116290	0.018861	6.165487	0.0000
<i>Sown area of crops, hectare per capita, 2017</i>	0.924553	0.288099	3.209148	0.0022

* Compiled by the author.

– a significant negative effect is exerted by the share of the average number of employees (without external part-time workers) of small and medium-sized enterprises in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015, which also shows the positive impact of the development of small and medium-sized businesses on the state of the territory.

4. Among the indicators of the state of health, a significant positive effect is exerted by the capacity of outpatient organizations, visits per shift per capita, independent and departments as part of hospital organizations and other healthcare facilities, 2010. The value of this indicator may be explained by the inclusion in the statistics of medical institutions, service-oriented patients who do not live in this municipality.

5. Among the specific indicators of the territory, none had a significant impact.

The results of the evaluation of the regression equation are presented in table 6.

The following factors influence the total fertility rate, per thousand, of 2018:

1. Wage rates do not have a significant impact on fertility. This conclusion is consistent with the assessment of the regression equation for the proportion of the population younger than working age and indicates that other factors have a greater influence on the decision to give birth to children.

2. Among indicators of social infrastructure, not one indicator has a significant impact on fertility.

3. Among the indicators of economic development of the territory:

– a significant positive impact is exerted by the share of the average number of employees (without external part-time employees) of small and medium-sized enterprises in the average number of employees (without external part-time workers) of all enterprises and organizations in 2015, which also shows the positive impact of the development of small and medium-sized businesses on the state of the territory;

Table 8

Results of the assessment of regression equations for the share of those who leave outside the Russian Federation in the total number of people who left the municipality in 2018*

Final sample				63
<i>R-squared</i>				0.243266
<i>Adjusted R-squared</i>				0.191078
<i>F-statistics</i>				4.661298
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.002485
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	-0.081578	0.032910	-2.478783	0.0161
<i>Pollutants emitted from stationary sources into the atmosphere – total, thousand tons per capita, 2017</i>	-0.002261	0.001273	-1.776842	0.0808
<i>MDOU attendance rate, percent, 2011</i>	0.121267	0.042251	2.870168	0.0057
<i>Number of sports facilities, total, unit per capita, 2017.</i>	-5.894087	3.254908	-1.810831	0.0753
<i>The average monthly salary of employees of organizations (by okved2), ruble, total for the types of economic activity surveyed, 2017</i>	1.04E ⁻⁰⁶	4.58E ⁻⁰⁷	2.267573	0.0271

* Compiled by the author.

Table 9

Results of the assessment of regression equations for the share of those who leave within the region in the total number of people who leave the municipality in 2018*

Final sample				64
<i>R-squared</i>				0.293974
<i>Adjusted R-squared</i>				0.258672
<i>F-statistics</i>				8.327552
<i>Prob. (F-statistics)</i>				0.000103
Variable	Coefficient	Standard error	t-statistics	Prob.
<i>C</i>	0.957516	0.070913	13.50277	0.0000
<i>Number of hospital beds, per capita bed in 2010</i>	-14.30017	5.024344	-2.846176	0.0060
<i>Number of cultural and leisure facilities, unit per capita, 2017</i>	194.1063	109.2018	1.777500	0.0806
<i>The average monthly salary of employees of organizations (by okved2), rubles, total for the types of economic activity surveyed, 2017</i>	-6.20E ⁻⁰⁶	1.94E ⁻⁰⁶	-3.188386	0.0023

* Compiled by the author.

– significant positive effect is exerted on the sown area of crops, hectare per capita, 2017. The value of this indicator indicates the positive impact of agricultural development on the birth rate.

4. Among the indicators of the state of health:

– a significant positive effect is exerted by the number of hospital beds, the bed per capita in 2010;

– significantly negative effect is exerted by the number of hospital organizations (departments) of health care, unit per capita, 2011.

These indicators together indicate a positive effect of the state of health on fertility, however, as well as in the case of estimates for the proportion of the population younger than working age, they indicate the characteristics of the demand for medical services.

5. Among the specific indicators of the territory, none had a significant impact.

The results of the evaluation of the regression equation are presented in table 7.

The following factors influence the share of those who leave within the region in the total number of people who leave the municipality in 2018.

The following factors influence the share of those who leave outside the Russian Federation in the total number of people who leave the municipality in 2018:

1. The average monthly salary of employees of organizations (by okved2), the ruble, total for the types of economic activities surveyed, 2017 has a negative effect, which confirms the conclusion about the positive effect of wages on retention and is consistent with conclusions regarding migration factors outside the Russian Federation.

2. Among the indicators of social infrastructure, a significant positive effect is exerted by the number of cultural and leisure institutions, unit per capita, 2017.

3. Among the indicators of economic development of the territory, none has a significant impact.

4. Among the indicators of the state of health care, a significant negative effect is exerted by the number of hospital beds, bed per capita in 2010, which is generally consistent with estimates of other regression equations and characterizes the positive impact of health on population reproduction.

5. Among the specific indicators of the territory, none has a significant impact.

The results of the evaluation of the regression equation are presented in table 9.

The following factors influence the share of those who leave outside the Russian Federation in the total number of people who leave the municipality in 2018:

1. The average monthly salary of employees of organizations (okved2), the ruble, in total for the types of economic

activity surveyed, 2017, has a positive effect, which can be explained by the peculiarities of population migration strategies. Since migration entails significant costs associated with moving and settling in a new place of residence, people migrate only if it gives them a significant increase in income. In this case, it turns out that residents of low-wage territories can benefit from migration when moving within the region, while residents of high-wage territories can get the required return only with a more radical change of place of residence, in particular moving abroad.

2. Among the indicators of social infrastructure:

- a significant negative impact is exerted by the number of sports facilities, in total, unit per capita, 2017;
- a significant positive effect is exerted by the attendance rate of MDOU, percent, 2011.

3. Among the indicators of economic development of the territory, none has a significant impact.

4. Among the indicators of the state of health, not one indicator has a significant effect.

5. Among the specific indicators of the territory, a significant negative impact is exerted by the indicator emitted into the atmosphere of pollutants emanating from stationary sources – total, thousand tons per capita, 2017.

The results of the evaluation of the regression equation are presented in table 8.

Discussion and Conclusion

In general, the following conclusions can be drawn from the results of the pilot study.

A significant effect of wage indicators on some key parameters of reproduction was found. These include: the proportion of the working-age population in the total population, the general influx of the population, migration growth, the overall mortality rate, and indicators of the structure of the migration outflow. Moreover, for all indicators except indicators of the structure of the migration outflow, the explanatory ability of the model turned out to be sufficiently high for spatial data, which allows it to be used in predicting the reaction of the re-

production of labor resources to changes in the level of wages in the territory.

The impact of wage indicators on fertility indicators, the share of the population below working age and the relative outflow of the rural population was not found. It was also not possible to identify the factors of migration attractiveness of the territory for visitors from abroad, as well as the proportion of the population older than working age.

There is also a significant impact on the indicators of reproduction of health indicators in the territory. At the same time, for some regression equations, the effect is quite contradictory, which can be explained by the peculiarities of the organization of the healthcare system in the territory, the peculiarities of millet for medical services, the insufficient relevance of the data, or the poor choice of explanatory variables. In any case, the inclusion of health indicators in the analysis of reproductive processes seems necessary. Moreover, on the basis of the analysis, it is possible to give a recommendation to the territorial statistical authorities on the return of indicators of the health system to the indicator system of municipalities.

You can also give a recommendation on the inclusion in the system of indicators of municipalities indicators of the educational level of the population. In fact, at the moment, these indicators are available only on October 17, 2010, which does not allow them to be used in the study. In our opinion, the lack of data on the educational level of the population of municipalities makes it difficult to assess the impact of the introduction of professional standards on the reproduction of the labor resources of the territory, since one of the main requirements for personnel fixed by professional standards is the requirement for the level of education.

In the future, it is proposed to expand the pilot project for assessing the impact of wages on the reproduction of the labor resources of the territory by including in the analysis data on municipalities of the Ural economic region and using various types of data in the analysis, including panel data.

References

1. Taylor H. C. An introduction to the study of agricultural economics. London: The Macmillan & Co Ltd, 1912. 327 p.
2. Ardington C., Menendez A., Mutevedzi T. Early Childbearing, Human Capital Attainment, and Mortality Risk: Evidence from a Longitudinal Demographic Surveillance Area in Rural KwaZulu-Natal, South Africa [e-resource] // Economic Development and Cultural Change. 2015. Vol. 63. No. 2. Pp. 281–317. URL: www.jstor.org/stable/10.1086/678983.
3. Ma S., An S., Park D. Urban-Rural Migration and Migrants' Successful Settlement in Korea [e-resource] // Development and Society. 2018. Vol. 47. No. 2. Pp. 285–312. URL: www.jstor.org/stable/90022841.
4. Dutta S., Subhendu C. Rural-Urban Linkages, Labor Migration & Rural Industrialization in West Bengal [e-resource] // Indian Journal of Industrial Relations. 2015. Vol. 50. No. 3. Pp. 397–411. URL: www.jstor.org/stable/24549103.
5. Luong Hy V. The Changing Configuration of Rural-Urban Migration and Remittance Flows in Vietnam [e-resource] // Sojourn: Journal of Social Issues in Southeast Asia. 2018. Vol. 33. No. 3. Pp. 602–646. URL: www.jstor.org/stable/26538280.
6. Sagynbekova L. Environment, Rural Livelihoods, and Labor Migration: A Case Study in Central Kyrgyzstan [e-resource] // Mountain Research and Development. 2017. Vol. 37. No. 4. Pp. 456–463. URL: www.jstor.org/stable/90016611.
7. Zakshevsky V. G., Merenkova I. N. Sotsial'no-ekonomicheskie usloviya formirovaniya chelovecheskogo kapitala sel'skikh territoriy [Socio-economic conditions for the formation of human capital in rural areas] // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve. 2019. No. 4 (49). Pp. 2–8. (In Russian.)
8. Gorbunova O. S. Formirovanie chelovecheskogo kapitala agrarnoy sfery regiona: dis. ... kand. ekon. nauk [The formation of human capital in the agricultural sector of the region: the dissertation for the degree of candidate of economic sciences]. Ekaterinburg, 2018. 206 p. (In Russian.)
9. Yugov E. A. Problemy vosproizvodstva trudovykh resursov sel'skoy mestnosti [Problems of reproduction of labor resources in rural areas] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 4. Pp. 191–197. (In Russian.)

10. Yurzina T. A. Egorova N. N., Zaruba N. A., Kosinskiy P. D. Otsenka vliyaniya trudovykh resursov na razvitie sel'skikh territoriy Kemerovskoy oblasti [Assessment of the impact of labor resources on the development of rural areas of the Kemerovo region] // Economics and Innovation Management. 2018. No. 3. Pp. 9–16. (In Russian.)
11. Bannikova N. V., Sidorova D. V., Astrakhantseva E. Yu. Kompleksnaya otsenka programmnoy regulirovaniya usloviy vosproizvodstva trudovykh resursov sel'skikh territoriy [A comprehensive assessment of the program regulation of the conditions for the reproduction of labor resources in rural areas] // Bulletin of NSAU. 2017. No. 4 (45). Pp. 172–183. (In Russian.)
12. Bondarenko L. V. Sotsial'noe razvitie sel'skikh territoriy: problemy i perspektivy [Social development of rural territories: problems and prospects] // Agroproduktivnaya politika Rossii. 2017. No. 4 (64). Pp. 13–18. (In Russian.)
13. Rakhmatullina L. I. Vosproizvodstvo trudovykh resursov v sel'skom khozyaystve: dis. ... kand. ekon. nauk [Reproduction of labor resources in agriculture: the dissertation for the degree of candidate of economic sciences]. Orenburg, 2017. 212 p. (In Russian.)
14. Umerova S. E. Utochnenie struktury i sposob otsenki kharakteristik trudovykh resursov primenitel'no k naseleniyu sel'skikh territoriy [Clarification of the structure and method for assessing the characteristics of labor resources in relation to the population of rural areas] // Zakonomernosti razvitiya regional'nykh agropromyshlennykh sistem. 2017. No. 1. Pp. 201–204. (In Russian.)
15. Chelovecheskiy potentsial sel'skikh territoriy v period sotsial'no-ekonomicheskikh transformatsiy: otchet o NIR (zaklyuch.) [The human potential of rural territories during the period of socio-economic transformations: report on research (conclusion)] / Head E. A. Chekmareva, executors K. A. Ustinova, T. N. Likhacheva, K. N. Kalashnikov. Vologda, 2017. 116 p. (In Russian.)
16. Sharipov S. A. Rost narodonaseleniya i formirovaniya trudovykh resursov sel'skikh territoriy [The growth of population and the formation of labor resources in rural areas] // Agroproduktivnaya politika Rossii. 2017. No. 1 (61). Pp. 10–17. (In Russian.)

Authors' information:

Valentina M. Sharapova¹, doctor of economics, professor of the department of accounting and audit,

ORCID 0000-0003-1272-827X, AuthorID 477919; +7 (343) 21-41-39

Ivan A. Borisov², senior lecturer, department of political economy, ORCID 0000-0002-0450-1342, AuthorID 243683;

+7 (343) 221-27-52

Natalya V. Sharapova², candidate of economic sciences, associate professor, department of management and entrepreneurship,

ORCID 0000-0002-5247-0683, AuthorID 627402; +7 (343) 283-10-53, sharapov.66@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Economic University, Ekaterinburg, Russia

Учредитель и издатель:

Уральский государственный аграрный университет

Адрес учредителя, издателя и редакции:

620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42



Founder and publisher:

Ural State Agrarian University

Address of founder, publisher and editorial board:

620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.

Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»

Редакция журнала:

А. В. Ручкин – кандидат социологических наук, шеф-редактор

О. А. Багрецова – ответственный редактор

А. В. Ерофеева – редактор

Н. А. Предеина – верстка, дизайн

Editorial:

A. V. Ruchkin – candidate of sociological sciences, chief editor

O. A. Bagretsova – executive editor

A. V. Erofeeva – editor

N. A. Predeina – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Ответственный редактор: факс (343) 350-97-49.

E-mail: agro-ural@mail.ru (для материалов).

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

620049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Подписано в печать: 10.03.2020 г. Усл. печ. л. 11,2. Авт. л. 10.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

