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

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN OF THE URALS

2020
№05 (196)

Содержание

Агротехнологии

О. В. Курдакова, С. В. Иванова, А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова 2
Лучшие диплоидные сорта клевера лугового смоленской селекции

Ю. В. Полищук, Н. В. Лаптев, А. П. Комаров 11
Применение систем автоматического и параллельного вождения в сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан и эффективность их использования

Г. Ю. Рабинович, Ю. Д. Смирнова, Н. В. Фомичева 20
Исследование различных технологических приемов применения биопрепарата ЖФБ на яровой пшенице

Е. О. Шестакова, Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак, Л. Р. Оганян, И. В.Чернова 27
Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность

Биология и биотехнологии

С. А. Мирошников, О. А. Завьялов 38
Апробация технологии выявления и коррекции элементозов молочных коров по элементному составу шерсти

В. С. Паштецкий, Д. В. Зубоченко, П. С. Остапчук, А. А. Зубоченко 51
Особенности накопления йода в мышцах кроликов на фоне использования антиоксидантов в липосомальной форме

А. П. Порываева, О. Г. Петрова, Е. В. Печура, Н. А. Безбородова, Я. Ю. Лысова 59
Значение комплексной лабораторной диагностики ОРВИ крупного рогатого скота для ветеринарной практики

А. Н. Судаков, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов 68
Естественная инкубация яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур

N. M. Chernogradskaya, R. L. Sharvadze, M. F. Grigoriev, A. I. Grigorieva 80
Influence of zeolite honguruu on growth and development, digestibility and metabolism of geese

Экономика

Е. А. Красноперова 86
Социальные, экономические и экологические подходы к оценке технологии животноводства

А. Р. Кулов, И. В. Великанова 93
Некоторые экономические аспекты формирования системы машин в льноводстве

Contents

Agrotechnologies

O. V. Kurdakova, S. V. Ivanova, A. M. Konova, A. Yu. Gavrilova 2
The best diploid varieties of red clover Smolensk breeding

Yu. V. Polishchuk, N. V. Laptev, A. P. Komarov 11
The use of automatic and parallel driving systems in agricultural production of the Republic of Kazakhstan and the efficiency of their use

G. Yu. Rabinovich, Yu. D. Smirnova, N. V. Fomicheva 20
Research of various technological methods of application of a biological preparation of LPB on spring wheat

E. O. Shestakova, F. V. Eroshenko, I. G. Storchak, L. R. Oganyan, I. V. Chernova 27
Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield

Biology and biotechnologies

S. A. Miroshnikov, O. A. Zavyalov 38
Approbation of identification and correction technology for dairy cows elementosis according to hair elemental composition

V. S. Pashtetskiy, D. V. Zubochenko, P. S. Ostapchuk, A. A. Zubochenko 51
Features of the accumulation of iodine in the muscles of rabbits against the background of the use of antioxidants in liposomal form

A. P. Poryvaeva, O. G. Petrova, E. V. Pechura, N. A. Bezborodova, Ya. Yu. Lysova 59
Significance of complex laboratory diagnostics of ARVI for veterinary practice

A. N. Sudakov, E. A. Andrianov, A. A. Andrianov 68
Natural egg incubation of high-productive meat cross of chickens

N. M. Chernogradskaya, R. L. Sharvadze, M. F. Grigoriev, A. I. Grigorieva 80
Influence of zeolite honguruu on growth and development, digestibility and metabolism of geese

Economy

E. A. Krasnoperova 86
Social, economic and environmental approaches to assessment of livestock technologies

A. R. Kulov, I. V. Velikanova 93
Some economic aspects of forming a machine system in flax industry

УДК 631.524.825:633.321
Код ВАК 06.01.05
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-2-10

Агротехнологии

Лучшие диплоидные сорта клевера лугового смоленской селекции

О. В. Курдакова[1], С. В. Иванова[1], А. М. Конова[1], А. Ю. Гаврилова[1]✉
[1] Федеральный научный центр лубяных культур, Смоленск, Россия
✉*E-mail: augavrilova@gmail.com*

Аннотация. **Цель исследований –** провести сравнительную оценку сортономеров (высота, урожайность зеленой массы и воздушно-сухого вещества, процент содержания облиственности, выход листьев) и выделить наиболее продуктивные для создания новых сортов. **Объектом исследований** являлись 2 сортономера (А-44 и С-434) как наиболее урожайные по сравнению со стандартным районированным сортом клевера лугового Смоленский 29 в условиях относительно выровненного фона минерального питания, оптимальной густоты стояния травостоя с первых этапов селекции, оптимальных сроков посева и своевременного ухода и уборки. Наблюдения и учеты выполняли по общепринятым **методикам**. **Результаты и практическая значимость.** В статье представлены результаты за 2009–2010 гг. и 2012–2013 гг. по хозяйственно ценным показателям перспективных сортономеров клевера лугового: зимостойкость, продолжительность вегетационного периода, высота, процент облиственности, урожайность зеленой массы, воздушно-сухого вещества, выход листьев и семян. В конкурсном сортоиспытании лучшие показатели продемонстрировали сортономера А-44 и С-434, вегетационные периоды которых были короче соответственно на 8 и 16 дней стандартного сорта. Сортономера имели высокую зимостойкость (95,3 % и 97,4 %), урожайность зеленой массы на уровне 54,5 и 64,8 т/га, воздушно-сухого вещества – 12,5 и 14,3 т/га, семян – 2,6 и 2,9 ц/га, облиственность (48,4–49,2 %), выход листьев составил 4,5 и 4,7 т/га, содержание сырого протеина в сухом веществе растений – 17,10 и 17,3 %. Рентабельность при возделывании на семена составила 61,8, и 42,2 %, при уборке на зеленую массу наблюдалась самая низкая себестоимость (462,6 и 452,1 руб.). **Научная новизна.** Для Северо-Западного и Центрального регионов Российской Федерации разработаны модели сортов, отличающиеся комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств.

Ключевые слова: селекция, клевер луговой, урожайность, зеленая масса, сбор, воздушно-сухое вещество, выход листьев.

Для цитирования: Курдакова О. В., Иванова С. В., Конова А. М., Гаврилова А. Ю. Лучшие диплоидные сорта клевера лугового смоленской селекции // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-2-10.

Дата поступления статьи: 12.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Селекционная работа в ФГБНУ ФНЦ ЛК (бывшая Смоленская областная сельскохозяйственная опытная станция им. А. Н. Энгельгардта) с многолетними травами (клевер луговой) ведется с 1935 г. Клевер луговой занимает важное место среди бобовых культур, способен давать корм с ранней весны до поздней осени. По питательной ценности клевер превосходит многие полевые культуры [1, с. 280], [2, с. 29]. Высокая ценность этой культуры обусловлена низкими по сравнению с другими полевыми культурами затратами на агротехнические приемы выращивания, невысокой требовательностью к плодородию почв, способностью накапливать азот в пахотном слое [3, с. 26]. Это позволяет его использовать в зеленом конвейере для производства травяной муки, гранул, брикетов, сенажа, силоса, сена, а также в качестве пастбищных культур [4, с. 39].

В сельском хозяйстве для производства кормов очень важны специализированные сорта. Современный сорт – это не только высокая продуктивность, но и объект высокоэффективной технологии, рассчитанный на возделывание и активное использование технологических средств, направленных на питание растений, защиту от болезней и вредителей, неблагоприятных условий среды и стрессовых воздействий [5, с. 3], [6, с. 84], [7, с. 20]. Расширение площадей бобовых позволит решить проблему с недостаточным объемом кормов, а также повысить содержание гумуса в почве за счет накопления азота из атмосферы клубеньковыми бактериями. Азот корневых и послеуборочных остатков клевера после их разложения в почве хорошо усваивается последующими культурами, поэтому многолетние бобовые травы являются лучшими предшественниками в севообороте [8, с. 482], [9, с. 286], [10, с. 848], [11, с. 134].

Отечественная селекция прошла ряд этапов, в каждый из которых были выделены сорта со стабильной кормовой и семенной продуктивностью, экологически пластичные, с хорошей адаптивностью к условиям внешней среды. В Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации находится 12 сортов

© О. В. Курдакова, С. В. Иванова, А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова, 2020

смоленской селекции, отличающихся по типу и срокам созревания, плоидности, обладающих комплексом хозяйственно-полезных показателей [12, с. 151]. За последнее десятилетие в Госреестр было внесено 2 раннеспелых диплоидных сорта клевера лугового – Надежный (2012 г.) и Починковец (2018 г.) [13].

Методология и методы исследований (Methods)

Целью работы являлось выделение лучших сортономеров в питомниках клевера лугового, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств, для создания новых сортов.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи: выделить сортономера клевера лугового двуукосного типа, статистически значимо превосходящие сорта-стандарты; дать сравнительную оценку изучаемых сортономеров по хозяйственно ценным признакам и выделить наиболее высокопродуктивные для создания новых сортов клевера лугового.

Исследования проводились в селекционном севообороте в условиях Смоленского региона. Почва дерново-подзолистая, по механическому составу легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: pH – 4,9–5,2, среднее содержание гумуса – 2,21–2,34 %, содержание P2O5 – 232 мг/кг почвы, содержание K_2O – 102 мг/кг почвы (таблица 1). Агротехника возделывания – общепринятая для данной зоны. Посев проводился под покров яровых зерновых культур (ячмень, пшеница, овес) ручным способом (с шириной междурядий 20 см) из расчета 10 млн всхожих семян на 1 га. Использование травостоев – двуукосное. Варианты на кормовые цели испытывались в конкурсном сортоиспытании на площади 10 м^2 в четырех повторениях. Учет урожая – сплошной, поделяночный в фазу бутонизации – начала цветения клевера лугового (высота растений 5–7 см). Варианты на семенную продуктивность испытывались в питомнике параллельного размножения 2012 г. на площади 25 м^2 в однократной повторности. Уборку проводили в фазу побурения 75–80 % головок клевера. Стандартным сортом служил клевер луговой Смоленский 29. В ходе изучения были выделены два сортономера (А-44 и С-434), которые превосходили стандартный сорт.

Метеорологические условия различались по годам. 2009 год характеризовался избыточным количеством осадков и умеренно теплой погодой в течение всего вегетационного периода. Дожди ливневого характера в период цветения вызвали полегание клевера, что отрицательно сказалось на семенной продуктивности. 2010 год отличался очень жаркой погодой с недостаточным количеством осадков, со второй декады июня по сентябрь наблюдалась засуха, растения испытывали недостаток влаги, второго укоса зеленой массы не удалось получить. Метеоусловия 2012 г. характеризовались хорошим увлажнением и благоприятным температурным режимом для развития растений клевера лугового. В 2013 г. количество выпавших осадков в июле и начале августа превысило норму в 2 раза, причем дожди сопровождались сильным ветром, что предопределило повышенную полегаемость посевов. Такие погодные условия значительно повлияли на урожайность клевера лугового [14].

В исследованиях использовали полевые и лабораторные методы с последующей статистической обработкой по Б. А. Доспехову с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2003 [15, с. 242].

Результаты (Results)

Первым успехом селекционной работы было выведение раннеспелого клевера лугового сорта Смоленский 29. Сорт был получен на основе местных популяций, сформировавшихся в естественных условиях южной части Смоленской области. В 1956 г. сорт Смоленский 29 был внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ и возделывается по настоящее время. В наши дни он также показывает свои хозяйственно-полезные свойства, используется в качестве стандарта. В дальнейшем была поставлена новая цель исследований – создавать модели сорта, которые сочетали раннеспелость с зимостойкостью, стабильность в урожае кормовой массы и семян, устойчивых к различным стрессовым факторам. При оценке уделялось внимание тем вариантам, которые превзошли сорта-стандарты по комплексу хозяйственно полезных признаков и свойств. Среди селекционного материала были выделены образцы с рядом хозяйственно ценных признаков и свойств. С ними была проведена

Таблица 1

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0–20 см) на опытных участках

Год закладки опыта	Гумус, %	P_2O_5, мг/кг почвы	K_2O, мг/кг почвы	$pH_{сол.}$
2009	2,30	232	102	4,9
2010	2,30	239	113	5,0
2012	2,30	250	170	5,2
2013	2,30	250	114	5,0

Table 1

Agrochemical indicators of the arable soil layer (0-20 sm) on experimental plots

Year of laying of experience	*Humus, %*	*P_2O_5, mg/kg of soil*	*K_2O, mg/kg of soil*	*$pH_{sol.}$*
2009	*2.30*	*232*	*102*	*4.9*
2010	*2.30*	*239*	*113*	*5.0*
2012	*2.30*	*250*	*170*	*5.2*
2013	*2.30*	*250*	*114*	*5.0*

© O. V. Kurdakova, S. V. Ivanova, A. M. Konova, A. Yu. Gavrilova, 2020

большая и длительная работа по улучшению признака зимостойкости. Достаточно высокую зимостойкость имели местные популяции, но без другого необходимого свойства – раннеспелости. Это привело к необходимости создания нового исходного материала методами отборов, свободно-ограниченного и свободного переопыления [12, с. 148].

В качестве материнской формы использовали многократные отборы из дикорастущей популяции К-25/38 Горьковской области. В качестве опылителей в питомниках направленного переопыления были взяты многократные отборы из местного материала (№ 12, № 39, № 45, № 201, № 210, № 218, № 221). Из них было отобрано около 26 высокопродуктивных растений ярового типа развития, перенесших бесснежные холодные зимы. Высокий процент гибели растений позволил отобрать по 2–3 растения от одного образца. Такие растения отобрали у следующих образцов: № 395, № 490, № 505, № 608 (местные популяции Смоленской области) и К-170, К-230, К-360 (дикорастущие популяции Горьковской области). Отобранные растения высаживали на изолированный участок для переопыления.

Таким путем получили две идентичные сложные гибридные популяции М-39 и М-41. После изучения их в контрольном питомнике и взаимного переопыления они были объединены в один селекционный образец А-44.

В конкурсном сортоиспытании (2009–2010 гг.) по продуктивности зеленой массы и воздушно-сухого вещества выделились два варианта – А-44 и К-5 (таблица 2), остальные были на 14,9–36,0 % менее урожайными, чем контрольный сорт.

Исходным материалом для сортономера С-434 являлись отечественные сорта (Смоленский 29, Стодолищенский), зарубежные – Essi II (к 34239, Швеция), Ortisvara (к 40437, Румыния), Attila (к 43288, Франция). В 2009–2010 гг. по результатам оценки исходного материала в селекционном и контрольном питомниках по комплексу хозяйственно-биологических характеристик было отобрано 8 сортономеров (С-434, Т-4, Т-5, П-116, Р-4, К-7, № 359, С-439), которые превышали стандартный сорт Смоленский 29. Они отличались высокой зимостойкостью, созреванием на 8–10 дней раньше сорта-стандарта и более коротким (на 5–7 дней) вегетационным периодом.

В сумме за два года пользования (2012–2013 гг.) по урожайности зеленой массы и воздушно-сухого вещества на 23,9 % превзошел контрольный сорт С-434 (таблица 3). Высокая продуктивность вариантов С-434, Т-5, Т-4, П-166, № 359 (+18,5–57,6 % к контролю) объясняется более высоким содержанием воздушно-сухого вещества, чем у Смоленского 29.

В конкурсном сортоиспытании (2009–2010 гг.) процент облиственности у сортономера А-44 (Надежный) в среднем был в пределах 48,4 %, у стандартного сорта Смоленский 29 этот показатель составил 41,3 %, у С-434 (Починковец) за два года пользования (2012–2013 гг.) варьировал в пределах 49,2 % (рис. 1).

Таблица 2

Показатели перспективных сортономеров по годам пользования (КСИ, посев 2008 г.)

Вариант	Зеленая масса, т/га			Воздушно-сухое вещество, т/га		
	2009 г.	2010 г.	В сумме за 2009–2010 гг.	2009 г.	2010 г.	В сумме за 2009–2010 гг.
Смоленский 29 (St)	64,9	21,8	86,7	14,03	5,25	19,28
К-5	65,6	22,9	88,5	16,39	8,64	25,03
К-7	51,6	12,1	63,7	11,82	4,36	16,18
№ 359	54,0	13,9	67,9	11,71	5,17	16,88
№ 436	54,8	18,4	73,2	12,16	5,91	18,07
№ 441	66,2	20,9	87,1	15,15	6,37	21,52
А-44	68,6	24,6	93,2	15,36	7,96	23,32
А-13	54,2	12,9	67,1	12,70	3,60	16,30
$НСР_{05}$	3,6	2,6	6,4	1,30	1,29	2,04

Table 2

Indicators of promising variety numbers by years of use (CSI, sowing 2008)

Option	*Green mass, t/ha*			*Air-dry substance, t/ha*		
	2009	*2010*	*In total for 2009–2010*	*2009*	*2010*	*In total for 2009–2010*
Smolenskiy 29 (St)	*64.9*	*21.8*	*86.7*	*14.03*	*5.25*	*19.28*
K-5	*65.6*	*22.9*	*88.5*	*16.39*	*8.64*	*25.03*
K-7	*51.6*	*12.1*	*63.7*	*11.82*	*4.36*	*16.18*
No. 359	*54.0*	*13.9*	*67.9*	*11.71*	*5.17*	*16.88*
No. 436	*54.8*	*18.4*	*73.2*	*12.16*	*5.91*	*18.07*
No. 441	*66.2*	*20.9*	*87.1*	*15.15*	*6.37*	*21.52*
A-44	*68.6*	*24.6*	*93.2*	*15.36*	*7.96*	*23.32*
A-13	*54.2*	*12.9*	*67.1*	*12.70*	*3.60*	*16.30*
SSD_{05}	*3.6*	*2.6*	*6.4*	*1.30*	*1.29*	*2.04*

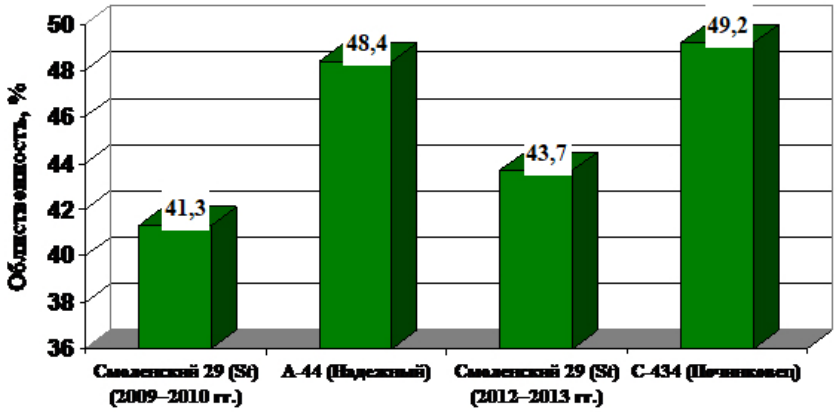


Рис. 1. Процентное содержание облиственности по годам пользования (среднее)

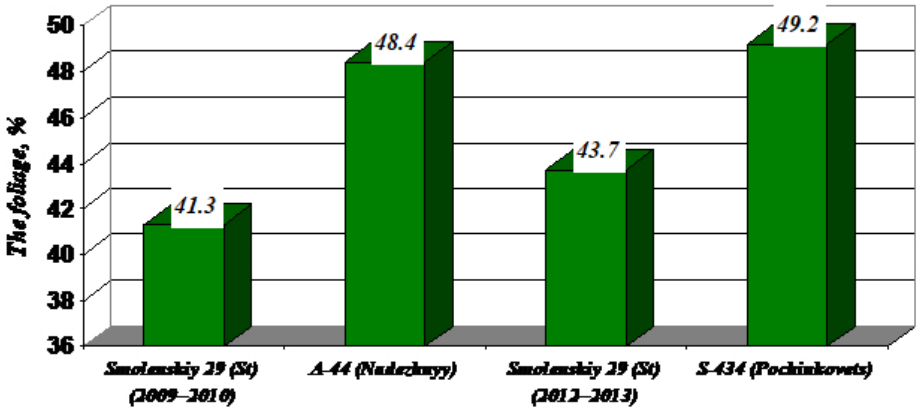


Fig. 1. Percentage of coverage by year of use (average)

Таблица 3

Конкурсное сортоиспытание сортономеров клевера лугового посева 2011 года

Вариант	Зеленая масса, т/га			Воздушно-сухое вещество, т/га		
	2012 г.	2013 г.	В сумме за 2012–2013 гг.	2012 г.	2013 г.	В сумме за 2012–2013 гг.
Смоленский 29 (St)	86,5	30,8	117,3	20,10	6,74	28,84
С-434	89,0	31,1	120,1	22,93	7,28	30,21
Т-4	88,8	26,0	114,8	19,15	6,06	25,21
Т-5	87,8	26,9	114,7	19,58	6,57	26,15
П-166	84,2	29,1	113,3	20,25	6,26	26,51
Р-4	86,1	28,6	114,7	19,56	5,97	25,53
К-7	72,0	21,9	93,9	18,03	5,25	23,28
№ 359	74,0	23,7	97,7	18,40	4,80	23,20
С-439	78,6	22,8	101,4	18,20	4,80	23,00
$НСР_{05}$	2,3	0,6	2,7	2,67	0,51	1,34

Table 3

Competitive testing of 2011 grassland clover variety numbers

Option	*Green mass, t/ha*			*Air-dry substance, t/ha*		
	2012	*2013*	*In total for 2012–2013*	*2012*	*2013*	*In total for 2012–2013*
Smolenskiy 29 (St)	*86.5*	*30.8*	*117.3*	*20.10*	*6.74*	*28.84*
S-434	*89.0*	*31.1*	*120.1*	*22.93*	*7.28*	*30.21*
T-4	*88.8*	*26.0*	*114.8*	*19.15*	*6.06*	*25.21*
T-5	*87.8*	*26.9*	*114.7*	*19.58*	*6.57*	*26.15*
P-166	*84.2*	*29.1*	*113.3*	*20.25*	*6.26*	*26.51*
R-4	*86.1*	*28.6*	*114.7*	*19.56*	*5.97*	*25.53*
K-7	*72.0*	*21.9*	*93.9*	*18.03*	*5.25*	*23.28*
No. 359	*74.0*	*23.7*	*97.7*	*18.40*	*4.80*	*23.20*
S-439	*78.6*	*22.8*	*10.4*	*18.20*	*4.80*	*23.00*
SSD_{05}	*2.3*	*0.6*	*2.7*	*2.67*	*0.51*	*1.34*

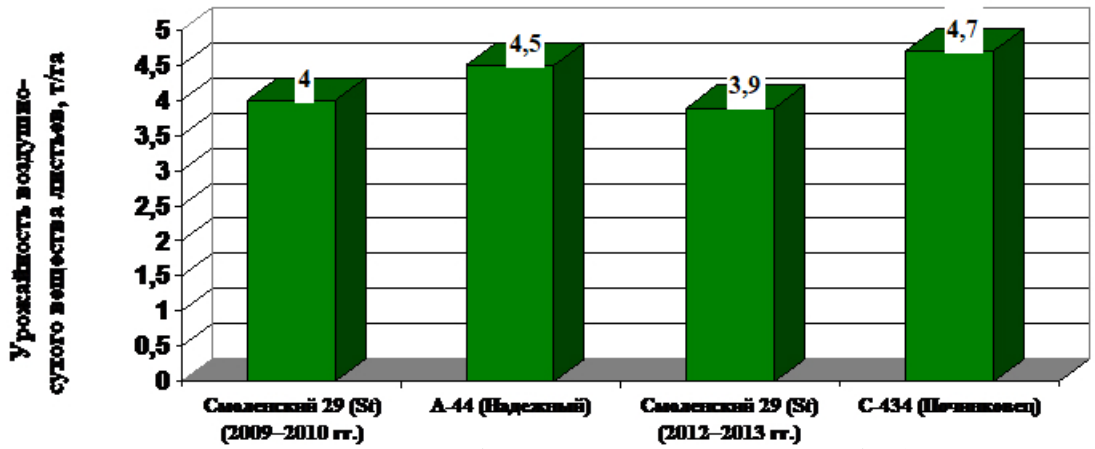


Рис. 2. Урожайность воздушно-сухого вещества листьев (среднее)

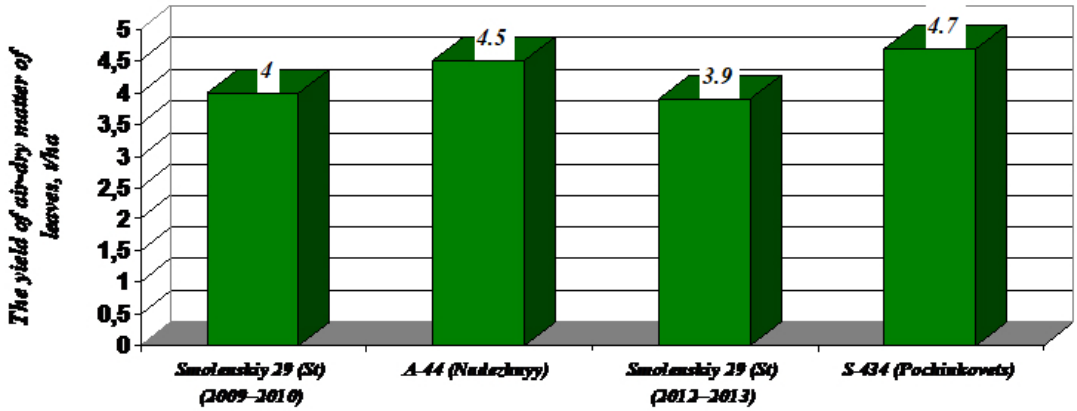


Fig. 2. The yield of air-dry matter of leaves (average)

Качество кормов тесно связано с облиственностью растений. Содержание белка в листьях выше, чем в стеблях, поэтому определялся показатель «выход листьев». По данному показателю в среднем за 2009–2010 гг. и 2012–2013 гг. в конкурсном сортоиспытании более облиственными, чем сорт-стандарт Смоленский 29, были сортономера А-44 (4,5 т/га, прибавка 13 %) и С-434 (4,7 т/га, прибавка 21 %) (рис. 2).

Полученные положительные результаты в конкурсном сортоиспытании послужили основанием для передачи сортономеров А-44 и С-434 под названиями Надежный (в 2009 г.) и Починковец (в 2014 г.) на Государственное сортоиспытание (таблица 4).

По результатам Государственного сортоиспытания сорт Надежный (А-44) имеет следующую характеристику. Сорт диплоидный, раннеспелый, двуукосный, зимостойкий. Период от начала весеннего отрастания до первого укоса составляет 55 дней, до созревания семян – 115 дней (на 11 дней скороспелее стандарта Смоленский 29). Первое цветение наступает во второй половине июня, созревает на семена в начале августа. Урожайность зеленой массы – 50–55 т/га, сена – 9–12 т/га, устойчив по семенной продуктивности – 2,5–2,7 ц/га, содержание сырого протеина составляет 17,0–17,2 %. Сорт внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в 2012 году по Северо-Западному и Центральному регионам РФ.

Клевер луговой сорта Починковец (С-434) – диплоидного типа, раннеспелый, высокозимостойкий (98 %). Характеризуется быстрым темпом отрастания весной и после укосов, дружным цветением и созреванием семян. За вегетационный период формирует два полноценных укоса на зеленую массу – 64,8 т/га, сена – 14,3 т/га. Средняя урожайность семян клевера – 2,9–3,0 ц/га, содержание сырого протеина в воздушно-сухом веществе – 17,1–17,3 %. В 2018 г. сорт внесен в Государственный реестр по Центральному региону Нечерноземной зоны. Патент на сорт получен в 2019 г. [16, с. 35].

Из данных таблицы 5 можно сделать вывод о положительной рентабельности при возделывании клеверов. Прибыль от выращивания сортов Надежный и Починковец на семена составила 71 969,2 и 59 624,1 руб., при этом рентабельность была на уровне 61,8 и 42,2 % соответственно. При получении зеленой массы наблюдалась самая низкая себестоимость (462,6 и 452,1 руб.), уровень рентабельности при этом равен 72,9 и 110,1 %. Самая низкая рентабельность была от возделывания сортов на сено (14,2 и 17,8 %), связано это с повышенными затратами.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате комплексной оценки хозяйственно полезных показателей клевера лугового в конкурсном сортоиспытании за два года пользования были выделены сортономера А-44 и С-434 как наиболее продуктивные, по сравнению со стандартным сортом. В дальнейшем

Таблица 4

Хозяйственно-биологическая характеристика сортов А-44 (Надежный) и С-434 (Починковец)

Показатель	А-44	Смоленский 29 (St)	С-434	Смоленский 29 (St)	Соотношение к стандарту			
					А-44 (+/–)	С-434 (+/–)	А-44 (%)	С-434 (%)
Зимостойкость, %	95,3	90,7	97,4	89,1	–5,4	–8,3	106,9	109,4
Период от начала отрастания, дней: – до первого укоса – до созревания семян	 60 115	 68 126	 52 112	 68 126	 –8 –11	 –16 –14	 – –	 – –
Урожайность зеленой массы за два укоса, т/га	54,5	43,8	64,8	44,3	+10,7	+20,5	119,8	146,3
Урожайность воздушно-сухого вещества за два укоса, т/га	12,5	9,1	14,3	9,4	+ 3,4	+ 4,9	137,4	152,1
Урожайность семян, ц/га	2,6	2,2	2,9	2,24	+0,4	+0,66	118,1	129,4
Облиственность, %	48,4	43,7	49,2	41,3	+7,1	+7,9	117,2	119,1
Содержание в воздушно-сухом веществе сырого протеина, %	17,0	16,1	17,3	16,6	+0,9	+ 0,7	105,6	107,5
$НСР_{05\ (зеленая\ масса)}$ – 11,8 $НСР_{05\ (сухое\ вещество)}$ – 1,3 $НСР_{05\ (семена)}$ – 0,4			$НСР_{05\ (зеленая\ масса)}$ – 14,0 $НСР_{05\ (сухое\ вещество)}$ – 1,7 $НСР_{05\ (семена)}$ – 0,6					

Table 4

Economic and biological characteristics of varieties A-44 (Nadezhnyy) and C-434 (Pochinkovets)

Indicator	*A-44*	*Smolenskiy 29 (St)*	*S-434*	*Smolenskiy 29 (St)*	*The ratio of the standard*			
					A-44 (+/–)	*S-434 (+/–)*	*A-44 (%)*	*S-434 (%)*
Winter hardiness, %	*95.3*	*90.7*	*97.4*	*89.1*	*–5.4*	*–8.3*	*106.9*	*109.4*
The period from the beginning regrowth, days: *– before the first mowing* *– before seed maturation*	 *60* *115*	 *68* *126*	 *52* *112*	 *68* *126*	 *–8* *–11*	 *–16* *–14*	 *–* *–*	 *–* *–*
Yield of green mass for two mowing, t/ha	*54.5*	*43.8*	*64.8*	*44.3*	*+10.7*	*+20.5*	*119.8*	*146.3*
Yield of air-dry substances for two mowing, t/ha	*12.5*	*9.1*	*14.3*	*9.4*	*+ 3.4*	*+ 4.9*	*137.4*	*152.1*
Seed yield, c/ha	*2.6*	*2.2*	*2.9*	*2.24*	*+0.4*	*+0.66*	*118.1*	*129.4*
The foliage, %	*48.4*	*43.7*	*49.2*	*41.3*	*+7.1*	*+7.9*	*117.2*	*119.1*
Content in air-dry matter of raw protein, %	*17.0*	*16.1*	*17.3*	*16.6*	*+0.9*	*+ 0.7*	*105.6*	*107.5*
$SSD_{05\ (green\ mass)}$ – *11.8* $SSD_{05\ (dry\ matter)}$ – *1.3* $SSD_{05\ (seeds)}$ – *0.4*			$SSD_{05\ (green\ mass)}$ – *14.0* $SSD_{05\ (dry\ matter)}$ – *1.7* $SSD\ P_{05\ (seeds)}$ – *0.6*					

Таблица 5

Показатели экономической эффективности при возделывании сортов клевера лугового

Показатель	Урожайность, т/га	Производственные затраты, руб/га	Себестоимость продукции, руб/т	Стоимость 1 т продукции, руб.	Стоимость всей продукции, руб.	Чистый доход, руб.	Прибыль на 1 т продукции, руб.	Уровень рентабельности, %
А-44 (Надежный)								
Зеленая масса	52,5	24 287,5	462,6	800	42 000	17 712,5	337,4	72,9
Сено	12,5	25 176,5	2 397,7	2 300	28 750	3 573,5	102,2	14,2
Семена	0,26	30 288,0	104 441,4	150 000	39 000	18 712	71 969,2	61,8
С-434 (Починковец)								
Зеленая масса	64,8	29 294,5	452,1	950	61 560	32 265,5	497,9	110,1
Сено	14,3	30 345,5	2 122,1	2 500	35 750	5 404,5	377,9	17,8
Семена	0,29	40 709,0	174 858,6	200 000	58 000	17 291	59 624,1	42,2

Table 5

Indicators of economic efficiency in the cultivation of varieties of red clover

Indicator	*Yield, t/ha*	*Production expenses, rub/ha*	*Product cost, rub/t*	*Cost of 1 ton of products, rub*	*The cost of all the products, rub.*	*Net income, rub.*	*Profit per 1 ton of products, rub.*	*Level of profitability, %*
A-44 (Nadezhnyy)								
Green mass	*52.5*	*24 287.5*	*462.6*	*800*	*42 000*	*17 712.5*	*337.4*	*72.9*
Hay	*12.5*	*25 176.5*	*2 397.7*	*2 300*	*28 750*	*3 573.5*	*102.2*	*14.2*
Seeds	*0.26*	*30 288.0*	*104 441.4*	*150 000*	*39 000*	*18 712*	*71 969.2*	*61.8*
S-434 (Pochinkovets)								
Green mass	*64.8*	*29 294.5*	*452.1*	*950*	*61 560*	*32 265.5*	*497.9*	*110.1*
Hay	*14.3*	*30 345.5*	*2 122.1*	*2 500*	*35 750*	*5 404.5*	*377.9*	*17.8*
Seeds	*0.29*	*40 709.0*	*174 858.6*	*200 000*	*58 000*	*17 291*	*59 624.1*	*42.2*

они были переданы на Государственное сортоиспытание и внесены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации под названиями Надежный (в 2012 г.) по Центральному и Волго-Вятскому регионам, Починковец (в 2018 г.) по Центральному региону. Каждый сорт обладает комплексом положительных признаков. Современные сорта клевера лугового позволяют при тех же технологических затратах получить почти в два раза больше продукции с единицы площади. Сокращение вегетационного периода развития дает возможность сельхозпроизводителям рационально использовать технические средства в период уборки урожая. Внедрение и использование этих сортов в сельскохозяйственных предприятиях обеспечит увеличение производства кормов и создание прочной кормовой базы.

Библиографический список

1. Курдакова О. В., Иванова С. В. Перспективные сортономера клевера лугового в питомнике конкурсного сортоиспытания // Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: материалы всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Майкоп, 2019. С. 280–284.
2. Волошин В. А. Сравнительная оценка кормовых культур в коллекционном питомнике // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 29–34.
3. Новосёлов М. Ю., Дробышева Л. В., Зятчина Г. П., Старшинова О. А., Одноворова А. А. Оценка перспективных тетраплоидных образцов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании // Кормопроизводство. 2017. № 11. С. 26–30.
4. Курдакова О. В., Иванова С. В. Результаты экологической оценки сортов клевера лугового в условиях Центрального региона Нечерноземной зоны // Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона: сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции с международным участием. Калуга, 2019. С. 39–41.
5. Онучина О. Л., Корнева И. А. Перспективные раннеспелые сорта клевера лугового для условий северо-востока европейской части России // Sciences of Europe. 2017. № 21-3 (21). С. 3–7.
6. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В., Латынцева Е. В. Прогнозирование ценности исходного материала для селекции клевера лугового на повышенную семенную продуктивность // Образование, наука и производство. 2015. № 1 (10). С. 84–89.
7. Онучина О. Л., Грипась М. Н., Арзамасова Е. Г., Попова Е. В., Корнева И. А. Новый сорт клевера лугового Шанс // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 6 (61). С. 20–24.
8. Миннебаев Л. Ф., Кузина Е. В., Рафикова Г. Ф., Чанышев И. О., Логинов О. Н. Продуктивность бобово-ризобиального комплекса под влиянием ростстимулирующих штаммов микроорганизмов // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 3. С. 481–493. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.3.481rus.
9. Долгих Е. А., Кириенко А. Н., Леппянен И. В., Долгих А. В. Роль фитогормонов в контроле развития симбиотических клубеньков у бобовых растений. Сообщение I. Цитокинины // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 3. С. 285–298. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.3.285rus.
10. Румянцева М. Л. Клубеньковые бактерии: перспективы мониторинга свойств и стрессоустойчивости с использованием генетических маркеров // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 847–862. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.847rus.
11. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. Москва: «В.И.П. АРТ», 2015. 199 с.
12. Конова А. М., Гаврилова А. Ю., Рекашус Э. С., Понкратенкова И. В., Курдакова О. В., Дыцкова Т. А., Кулик Л. К., Чехалкова Л. К., Романова И. Н., Прудникова А. Г., Прудников А. Д., Семченкова С. В., Маренкова Е. А., Игнатенкова Д. А., Мирзаева Н. А., Бабурченкова З. П., Новиков В. М., Рыбченко Т. И. Региональная система земледелия Смоленской области. Смоленск: Агронаучсервис, 2013. 277 с.

13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. URL: http://www.gossort.com/reestr-1.html (дата обращения: 03.02.2020).
14. Погода в Рославле [Электронный ресурс] // Метеоцентр: погода в России и мире. URL: http://meteocenter.net/26882_fact.htm (дата обращения: 15.02.2020).
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
16. Мамонтов В. Д., Маренкова Е. А., Ивашенкова Е. А. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытаний на госсортоучастках Смоленской области за 2016–2018 годы. Смоленск, 2019. 58 с.

Об авторах:
Ольга Васильевна Курдакова[1], старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID 0000-0001-9783-7007, AuthorID 866216
Светлана Васильевна Иванова[1], младший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID 0000-0001-8932-7023, AuthorID 869722
Аминат Мсостовна Конова[1], кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекционных технологий, ORCID 0000-0003-3719-573X, AuthorID 349580
Анна Юрьевна Гаврилова[1], кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID 0000-0002-6340-8439, AuthorID 863101, *+7 920 300-74-85, augavrilova@gmail.com*
[1] Федеральный научный центр лубяных культур, Смоленск, Россия

The best diploid varieties of red clover Smolensk breeding

O. V. Kurdakova[1], S. V. Ivanova[1], A. M. Konova[1], A. Yu. Gavrilova[1]✉
[1] Federal Scientific Center of Bast Crops, Smolensk, Russia
✉*E-mail: augavrilova@gmail.com*

Abstract. **The purpose of the research** is to conduct a comparative assessment of the variety numbers (height, yield of green mass and air-dry matter, percentage of leaf content, leaf yield) and identify the most productive for creating new varieties. **The object of research** was 2 variety numbers (A-44 and S-434) as the most productive, in comparison with the standard zoned variety of meadow clover Smolenskiy 29 in the conditions of a relatively aligned background of mineral nutrition, optimal density of standing herbage from the first stages of selection, optimal timing of sowing and timely care and harvesting. Observations and accounting were performed according to generally accepted **methods**. **Results and practical significance.** The article presents the results for 2009–2010 and 2012–2013 on economically valuable indicators of promising cultivars of meadow clover: winter hardiness, duration of the growing season, height, leafage percentage, yield of green mass, air-dry matter, yield of leaves and seeds. In the competitive variety testing, the best indicators were demonstrated by the A-44 and S-434 variety numbers, whose growing periods were shorter by 8 and 16 days, respectively, of the standard variety. Variety numbers had high winter hardiness (95.3 % and 97.4 %), yield of green mass at the level of 54.5 and 64.8 t/ha, air-dry matter – 12.5 and 14.3 t/ha, seeds – 2.6 and 2.9 c/ha, leafiness (48.4–49.2 %), leaf yield was 4.5 and 4.7 t/ha, the content of raw protein in the dry matter of plants – 17.10 and 17.3 %. The profitability of cultivation for seeds was 61.8 % and 42.2 %, while the lowest cost of harvesting for green mass was observed (462.6 and 452.1 rub.). **Scientific novelty.** For the North-Western and Central regions of the Russian Federation, models of varieties have been developed that differ in a complex of economically valuable features and properties.
Keywords: selection, meadow clover, yield, green mass, collection, air-dry substance, leaf yield.

For citation: Kurdakova O. V., Ivanova S. V., Konova A. M., Gavrilova A. Yu. Luchshie diploidnye sorta klevera lugovogo smolenskoy selektsii [The best diploid varieties of red clover Smolensk breeding] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-2-10. (In Russian.)

Paper submitted: 12.03.2020.

References

1. Kurdakova O. V., Ivanova S. V. Perspektivnye sortonomera klevera lugovogo v pitomnike konkursnogo sortoispytaniya [Promising cultivars of meadow clover in the nursery of competitive variety testing] // Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaystva Yuga Rossii: materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem). Maykop, 2019. Pp. 280–284. (In Russian.)
2. Voloshin V. A. Sravnitel'naya otsenka kormovykh kul'tur v kollektsionnom pitomnike [Comparative assessment of forage crops in a collection nursery] // Agrarian Science of the Euro-North-East. 2015. No. 1 (44). Pp. 29–34. (In Russian.)

3. Novoselov M. Yu., Drobysheva L. V., Zyatchina G. P., Starshinova O. A., Odnovorova A. A. Otsenka perspektivnykh tetraploidnykh obraztsov klevera lugovogo v konkursnom sortoispytanii [Evaluation of promising tetraploid samples of meadow clover in competitive variety testing] // Fodder Production. 2017. No. 11. Pp. 26–30. (In Russian.)
4. Kurdakova O. V., Ivanova S. V. Rezul'taty ekologicheskoy otsenki sortov klevera lugovogo v usloviyakh Tsentral'nogo regiona Nechernozemnoy zony [Results of ecological assessment of meadow clover varieties in the conditions of the Central region of the non-Chernozem zone] // Innovatsionnye razrabotki dlya razvitiya otrasley sel'skogo khozyaystva regiona: sbornik nauchnykh trudov po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kaluga, 2019. Pp. 39–41. (In Russian.)
5. Onuchina O. L., Korneva I. A. Perspektivnye rannespelye sorta klevera lugovogo dlya usloviya severo-vostoka evropeyskoy chasti Rossii [Promising early-maturing varieties of meadow clover for the conditions of the North-East of the European part of Russia] // Sciences of Europe. 2017. No. 21-3 (21). Pp. 3–7. (In Russian.)
6. Zar'yanova Z. A., Kiryukhin S. V., Latyntseva E. V. Prognozirovanie tsennosti iskhodnogo materiala dlya selektsii klevera lugovogo na povyshennuyu semennuyu produktivnost' [Forecasting the value of the source material for selection of meadow clover for increased seed productivity] // Obrazovanie, nauka i proizvodstvo. 2015. No. 1 (10). Pp. 84–89. (In Russian.)
7. Onuchina O. L., Gripas' M. N., Arzamasova E. G., Popova E. V., Korneva I. A. Novyy sort klevera lugovogo Shans [A new variety of meadow clover] // Agrarian science of the Euro-North-East. 2017. No. 6 (61). Pp. 20–24. (In Russian.)
8. Minnebaev L. F., Kuzina E. V., Rafikova G. F., Chanyshev I. O., Loginov O. N. Produktivnost' bobovo-rizobial'nogo kompleksa pod vliyaniem roststimuliruyushchikh shtammov mikroorganizmov [Productivity of the bean-rhizobial complex under the influence of growth-stimulating strains of microorganisms] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2019. Vol. 54. No. 3. Pp. 481–493. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.3.481rus. (In Russian.)
9. Dolgikh E. A., Kirienko A. N., Leppyanen I. V., Dolgikh A. V. Rol' fitogormonov v kontrole razvitiya simbioticheskikh kluben'kov u bobovykh rasteniy. Soobshchenie I. Tsitokininy [The role of phytohormones in controlling the development of symbiotic nodules in legumes. Message I. Cytokinins] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. Vol. 51. No. 3. Pp. 285–298. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.3.285rus. (In Russian.)
10. Rumyantseva M. L. Kluben'kovye bakterii: perspektivy monitoringa svoystv i stressoustoychivosti s ispol'zovaniem geneticheskikh markerov [Nodule bacteria: prospects for monitoring properties and stress resistance using genetic markers] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2019. Vol. 54. No. 5. Pp. 847–862. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.847rus. (In Russian.)
11. Pryanishnikov D. N. Azot v zhizni rasteniy i v zemledelii SSSR [Nitrogen in plant life and agriculture of the USSR]. Moskva: «V.I.P. ART», 2015. 199 p. (In Russian.)
12. Konova A. M., Gavrilova A. Yu., Rekashus E. S., Ponkratenkova I. V., Kurdakova O. V., Dytskova T. A., Kulik L. K., Chekhalkova L. K., Romanova I. N., Prudnikova A. G., Prudnikov A. D., Semchenkova S. V., Marenkova E. A., Ignatenkova D. A., Mirzaeva N. A., Baburchenkova Z. P., Novikov V. M., Rybchenko T. I. Regional'naya sistema zemledeliya Smolenskoy oblasti [Regional system of agriculture of the Smolensk region]. Smolensk: Agronauchservis, 2013. 277 p. (In Russian.)
13. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu [e-resource]. URL: http://www.gossort.com/reestr-1.html (appeal date: 03.02.2020). (In Russian.)
14. Pogoda v Roslavle [e-resource] // Meteotsentr: pogoda v Rossii i mire. URL: http://meteocenter.net/26882_fact.htm (appeal date: 15.02.2020). (In Russian.)
15. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Method of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 p. (In Russian.)
16. Mamontov V. D., Marenkova E. A., Ivashenkova E. A. Sortovoe rayonirovanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniy na gossortouchastkakh Smolenskoy oblasti za 2016–2018 gody [Varietal zoning of agricultural crops and the results of varietal tests at the state agricultural sites of the Smolensk region for 2016–2018]. Smolensk, 2019. 58 p. (In Russian.)

Authors' information:

Olga V. Kurdakova[1], senior researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0001-9783-7007, AuthorID 866216
Svetlana V. Ivanova[1], junior researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0001-8932-7023, AuthorID 869722
Aminat M. Konova[1], candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0003-3719-573X, AuthorID 349580
Anna Yu. Gavrilova[1], candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID 0000-0002-6340-8439, AuthorID 863101; *+7 920 300-74-85, augavrilova@gmail.com*
[1] Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Smolensk, Russia

УДК 631.31
Код ВАК 06.01.01
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-11-19

Применение систем автоматического и параллельного вождения в сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан и эффективность их использования

Ю. В. Полищук[1]✉, **Н. В. Лаптев**[1], **А. П. Комаров**[1]
[1] **НПЦ агроинженерии, Костанай, Казахстан**
✉*E-mail: y.polishchuk.62@mail.ru*

Аннотация. В сельскохозяйственное производство Республики Казахстан интенсивно внедряются системы точного земледелия. По данным фирм-разработчиков и дилерских центров, точное земледелие позволяет сократить затраты на внесение удобрений, семена, СЗР и ГСМ в среднем на 20 %. При этом не до конца изучены возможности получения эффективности от применения систем точного земледелия в определенных условиях их использования. **Цель работы** – определить влияние систем параллельного и автоматического вождения на технико-эксплуатационные и экономические показатели при сравнительных испытаниях в Северо-Казахстанской области РК. **Методы исследований.** В процессе проведения сравнительных испытаний определялись условия проведения испытаний, агротехнические, энергетические, эксплуатационно-технологические и экономические показатели агрегатов оборудованных системами параллельного и автоматического вождения и без систем. Все показатели определялись в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов. **Результаты.** В статье приведены результаты сравнительных испытаний опрыскивателя самоходного на химической прополке посевов пшеницы и льна, а также зерноуборочного комбайна на уборке пшеницы в условиях Северного Казахстана. Исследованиями установлено, что применение системы GPS-навигации и автоматического управления на химпрополке масличных и зерновых культур способствует увеличению производительности на 14,6 %, снижению удельных энергозатрат на 8 %, расхода топлива – на 17,0 %, а расхода рабочей жидкости – на 14,5 %. При этом совокупные затраты денежных средств снижаются на 9 %, годовая экономия совокупных затрат денежных средств составляет 6562,6 тыс. тенге (1093,7 тыс. руб.). Применение системы параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) на уборке пшеницы обеспечивает увеличение производительности на 2,1 %, снижение совокупных затрат денежных средств на 3 %, затрат труда и удельного расхода топлива на 1,4 % , при этом годовая экономия совокупных затрат денежных средств составляет 233,4 тыс. тенге (38,9 тыс. руб.). **Научная новизна.** В условиях северного региона РК впервые изучено влияние систем параллельного и автоматического вождения на технико-эксплуатационные и экономические показатели работы машинотракторных агрегатов.

Ключевые слова: сравнительные испытания, точное земледелие, параллельное вождения, автоматическое вождение, агрегат, химическая прополка, уборка зерновых, навигационная система.

Для цитирования: Полищук Ю. В., Лаптев Н. В., Комаров А. П. Применение систем автоматического и параллельного вождения в сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан и эффективность их использования // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 11–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-11-19.

Дата поступления статьи: 23.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В начале 90-х годов XX века в мировой аграрной науке появилась новая концепция, известная как точное земледелие. Возникновение точного земледелия было обусловлено появлением возможности использования глобальной навигационной системы (GPS, Глонасс). Использование технологий точного земледелия приведет к преобразованию сельского хозяйства. Данный вывод сделан на основе полученных экономических эффектов в области рентабельности, производительности, качества урожая и охраны окружающей среды [1, с. 364].

Точное земледелие позволяет сократить затраты на внесение удобрений, семена, СЗР и ГСМ в среднем на 20 % [2], [3, с. 104], [4, с. 10]. Помимо сокращения затрат энергии, ресурсов и увеличения урожайности точное земледелие позволяет выровнять физические и агрохимические свойства почвы, поле приобретает правильную форму, удобную для проведения агротехнических операций [5, с. 361], [6, с. 173]. Применение систем точного земледелия с получение максимальной прибыли при условии оптимизации сельскохозяйственного производства, экономии хозяйственных и природных ресурсов. При этом открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды [7, с. 217], [8, с. 142], [9, с. 149]. Системы точного земледелия хорошо зарекомендовала себя и успешно применяется в

© Yu. V. Polishchuk, N. V. Laptev, A. P. Komarov, 2020

Рис. 1. Опрыскиватель John Deere 4730 в работе (вид сзади сбоку)
Fig. 1. John Deere 4730 sprayer in operation (rear side view)

США, Канаде, Бразилии и в странах Европы [10, с. 13], [11, с. 459], [12, с. 12], [13, с. 535], [14, с. 14]. В настоящее время на рынке РК предлагают различные системы точного земледелия такие, как системы параллельного и автоматического вождения, контроля высева семян, картирования урожайности, дифференцированного внесения минеральных удобрений и СЗР. Многие из перечисленных систем уже используется в сельскохозяйственном производстве. Их можно приобрести и установить на имеющуюся в хозяйстве с/х технику. На новых тракторах, посевных комплексах или самоходных опрыскивателях заводы изготовители уже при сборке устанавливают это оборудование. При этом не до конца изучены возможности получения эффективности от применения систем точного земледелия в определенных условиях их использования.

В Костанайском филиале Научно-производственного центра агроинженерии в 2019 году, были проведены работы по определению влияния системы GPS навигации и автоматического управления на технико-эксплуатационные и экономические показатели агрегата.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние систем автоматического и параллельного вождения на агротехнические, энергетические и эксплуатационно-технологические показатели работы МТА в северном регионе Республики Казахстан.

2. Определить эффективность использования агрегатов с системами автоматического и параллельного вождения по сравнению с аналогичными агрегатами без систем.

Для решения поставленных задач были проведены сравнительные испытания. При проведении испытаний определялись агротехнические, энергетические и эксплуатационно-технологические показатели опрыскивателя самоходного John Deere 4730 на химпрополке с использованием системы GPS-навигации и автоматического управления GreenStar 2, комбайна зерноуборочный РСМ-142 ACROS-530, жатки Power Stream 9 с системой параллельного вождения (курсоуказатель) фирмы Raven и без систем автоматического и параллельного вождения (системы отключалась).

Методология и методы исследования (Methods)

Испытания проводились в одном из хозяйств Северо-Казахстанской области, Республики Казахстан. Методика проведения сравнительных испытаний основывалась на требованиях нормативной документации. Условия проведения испытаний определялись в соответствии с требованиями ГОСТ 20915-2011[1]. Оценка агротехнических показателей на химпрополке по ГОСТ Р 53053-2008[2], на уборке пшеницы по ГОСТ Р 28301-2015[3]. Оценка энергетических показателей – по ГОСТ 52777-2007[4]. Эксплуатационно-технологическая оценка – по ГОСТ 24055-2016[5]. Обработка полученных данных проводилась методом математической статистики с использованием компьютерной программы Excel [15, с. 351]. Оценка экономической эффективности агрегатов определялась по СТ РК ГОСТ Р 53056-2010[6].

Результаты (Results)

Сравнительные испытания опрыскивателя самоходного John Deere 4730, оборудованного системой GPS-навигации, автоматического вождения (AutoTrac) с дисплеем GreenStar 2 и без системы автоматического вождения проводились в период с 19 по 26 июня 2019 года. Опрыскиватель самоходный в работе представлен на рис. 1.

Сравнительные испытания опрыскивателя самоходного проводились на химической обработке посевов зерновых и масличных культур. Работы выполнялись с 19–20 часов до 10–11 часов утра следующего дня. Такой режим работы был выбран из-за высоких дневных температур окружающей среды и высокой скорости ветра. Дневная температура повышалась до 25–30 °С, а скорость ветра достигала 6–8 м/с. Настройка и подготовка опрыскивателя к работе осуществлялась специалистами хозяйства.

[1] ГОСТ 20915-2011. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний.

[2] ГОСТ Р 53053-2008. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний.

[3] ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. - Введ. 2010-04-28. – Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 53 с.

[4] ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. – Введ. 2007-11-13.– М.: Стандартинформ, 2007. – 7 с.

[5] ГОСТ 24055-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – Введ. 1989-01-01. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 15 с.

[6] СТ РК ГОСТ Р 53056-2010. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – Введ. 2010-10-04. – Астана: Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли республики Казахстан, 2010. – 26 с.

© Ю. В. Полищук, Н. В. Лаптев, А. П. Комаров, 2020

Условия сравнительных испытаний на химической обработке посевов зерновых и масличных культур (пшеница, лен) были типичными для зоны. Средние значения показателей на глубине до 10 см: влажность почвы – 26,4 %; объемная масса почвы – 1,1 г/см^3; твердость почвы – 1,5 МПа. Влажность воздуха – 38 %, температура воздуха – 16,2 ^{0}С, скорость ветра – 0,8 м/с, высота растений – 11,2 см, температура рабочей жидкости – 15 °С, ширина междурядья у льна – 25,2 см, у пшеницы – 15,3 см, число сорняков – 229 шт/м^2.

В таблице 1 представлены показатели работы опрыскивателя самоходного оборудованного системой GPS-навигации, автоматического вождения (AutoTrac) с дисплеем GreenStar 2 и без системы.

Анализ результатов сравнительных испытаний опрыскивателя самоходного John Deere 4730 (без системы GPS-навигации и автоматического вождения) на химпрополке зерновых и масличных культур (таблица 1) показывает, что при рабочей ширине захвата 27,8 м и скорости движения 26,2 км/ч производительность агрегата за час основного времени составляет 72,8 га, сменного и эксплуатационного времени – 38,6 га. Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени – 0,53. Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени равны по причине того, что в процессе проведения эксплуатационно-технологической оценки технических отказов зафиксировано не было. Затраты мощности на передвижение опрыскивателя по полю – 94,4 кВт, удельный расход топлива – 0,78 кг/га. Удельные энергозатраты за час основного времени составляют 5,4 МДж/га. Фактический расход рабочей жидкости составил 59,6 л/га.

Использование системы GPS-навигации и автоматического вождения обеспечило увеличение рабочей ширины захвата до 30,4 м. На скорости движения 26,2 км/ч производительность за один час основного времени достигала 79,6 га, сменного и эксплуатационного времени – 45,2 га. Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени – 0,57. Затраты мощности на передвижение опрыскивателя по полю – 94,4 кВт, удельный расход топлива – 0,66 кг/га. Удельные энергозатраты за час основного времени составляют 5,0 МДж/га. Фактический расход рабочей жидкости – 52,0 л/га.

Применение системы GPS-навигации, автоматического вождения (AutoTrac) с дисплеем GreenStar 2 на химпрополке зерновых и масличных культур обеспечило увеличение рабочей ширины захвата на 2,6 м, или на 8,4 %. При этом производительность опрыскивателя за один час сменного и эксплуатационного времени увеличилась на 6,6 га, что составляет 14,6 %. Использование системы GPS-навигации и автоматического управления GreenStar 2

Таблица 1

Показатели работы опрыскивателя самоходного оборудованного системой автоматического вождения GreenStar 2 и без системы при сравнительных испытаниях

Показатели	Значения показателей		
	По НД	По данным испытаний	
		Без системы	С системой
Дата испытаний	Нет данных	20–23.06.19	23–26.06.19
Рабочая скорость движения, км/ч	До 32	26,2	26,2
Конструктивная ширина захвата, м	30,5	30,5	
Рабочая ширина захвата, м	Нет данных	27,8	30,4
Часовой расход топлива, кг/ч	35,3	34,9	34,9
Затраты мощности на перемещение, кВт	Нет данных	94,9	94,9
Производительность за час основного времени, га	64–97	72,6	79,3
Мощность на привод насоса, кВт	Нет данных	14,5	14,5
Мощность, потребляемая агрегатом, кВт	Нет данных	109,4	109,4
Удельные энергозатраты за час основного времени, МДж/га	Нет данных	5,4	5,0
Эксплуатационные показатели: а) производительность за 1 час, га: – основного времени – сменного времени – эксплуатационного времени	 Нет данных Нет данных Нет данных	 72,8 38,6 38,6	 79,6 45,2 45,2
б) удельный расход топлива, кг/га	Нет данных	0,78	0,66
в) количество обслуживающего персонала: – на агрегате – на вспомогательных операциях	 1 Нет данных	 1 3 заправщика водой и гербицидами	 1 2 заправщика водой и гербицидами
Эксплуатационно-технологические коэффициенты: – надежность технологического процесса – использования сменного времени – использования эксплуатационного времени	 Нет данных Нет данных Нет данных	 1,0 0,53 0,53	 1,0 0,57 0,57
Показатели качества технологического процесса: – заданный расход рабочей жидкости, л/га – фактический расход рабочей жидкости, л/га – отклонение фактического расхода жидкости от заданного, %	 Нет данных Нет данных До 7,5	 55,0 59,6 7,7	 55,0 52,0 5,8

Table 1

Performance indicators of self-moving sprayer equipped with automatic driving system "GreenStar 2" and without the system during comparative tests

Indicators	Value of indicator		
	By ND	Indicators based on test data	
		Without a system	With a system
Test date	No data	20–23.06.19	23–26.06.19
Operating speed, km/h	Up to 32	26.2	26.2
Design width, m	30.5	30.5	
Working width, m	No data	27.8	30.4
Hourly fuel consumption, kg/h	35.3	34.9	34.9
Power consumption for moving, kW	No data	94.9	94.9
Productivity per hour of the main time, ha	64–97	72.6	79.3
Power to the pump drive, kW	No data	14.5	14.5
Power consumed by the aggregate, kW	No data	109.4	109.4
Specific energy consumption per hour of the main time, MJ/ha	No data	5.4	5.0
Performance indicators: a) productivity for 1 hour of time, ha: – main – shift – operational	 No data No data No data	 72.8 38.6 38.6	 79.6 45.2 45.2
b) specific fuel consumption, kg/ha	No data	0.78	0.66
c) number of service personnel: – on the aggregate – on auxiliary operations	 1 No data	 1 3 water and herbicide tankers	 1 2 water and herbicide tankers
Operational and technological coefficients: – technologicalprocess reliability – use of shift time – use of operating time	 No data No data No data	 1.0 0.53 0.53	 1.0 0.57 0.57
Technological process quality indicators: – set flow rate of the working fluid, l/ha – actual flow rate of the working fluid, l/ha – deviation of the actual liquid flow rate from the set value, %	 No data No data Up to 7.5	 55.0 59.6 7.4	 55.0 52.0 5.8

при работе опрыскивателя самоходного John Deere 4730 приводит к снижению удельных энергозатрат на 8 %. Удельный расход топлива снижается на 0,12 кг/га, а удельный расход рабочей жидкости – на 7,6 л/га, или на 17,0 и 14,5 % соответственно.

Установлено, что агрегат устойчиво и с требуемым качеством выполняет технологический процесс независимо от наличия системы GPS-навигации и автоматического управления.

На основании полученных данных проведен расчет экономической эффективности применения опрыскивателя самоходного John Deere 4730, оборудованного системой GPS-навигации и автоматического управления GreenStar 2 и без системы.

Анализ результатов экономической оценки сравнительных испытаний показал, что применение опрыскивателя самоходного John Deere 4730, оборудованного системой GPS навигации и автоматического управления, обеспечивает годовую экономию совокупных затрат денежных средств на химпрополке зерновых и масличных культур в размере 6562,6 тыс. тенге (1 093,7 тыс. руб.). Совокупные затраты денежных средств снижаются на 9 %, удельный расход топлива и гербицидов – на 17,0 и 14,5 % соответственно.

В период с 12 по 15 сентября 2019 года проведены сравнительные испытания комбайна зерноуборочного ACROS-530 с жаткой-хедером Power Stream 9, оборудованного системой параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) фирмы Raven (США) и без использования системы параллельного вождения. Комбайн зерноуборочный ACROS-530 с жаткой-хедером Power Stream 9 представлен на рис. 2.

Испытания проводились на уборке пшеницы в Северо-Казахстанской области. Условия сравнительных испытаний комбайна зерноуборочного ACROS-530 с жаткой-хедером Power Stream 9 при проведении агротехнической, энергетической и эксплуатационно-технологической оценок были характерны для зоны в период проведения работ. Средние значения показателей на глубине до 10 см: влажность почвы – 19,7 %; твердость почвы – 1,2 МПа. Урожайность зерна пшеницы – 20,2 ц/га, масса 1000 зерен – 43 г, влажностью зерна – 18 %, влажностью соломы – 16,2 %, высота растений – 0,6 м, густота растений – 379 шт/м^2, засоренность сорняками отсутствует. В таблице 2 представлены показатели работы комбайна зерноуборочного ACROS-530, оборудованного системой параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) и без системы при сравнительных испытаниях.

Рис. 2. Комбайн зерноуборочный РСМ-142 ACROS-530 с жаткой Power Stream 9 в работе
Fig. 2. Combine harvester RSM-142 ACROS-530 with header Power Stream 9 in operation

Таблица 2

Показатели работы комбайна зерноуборочного ACROS-530, оборудованного системой параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) и без системы при сравнительных испытаниях

Показатели	Значения показателей		
	По НД	По данным испытаний	
		Без системы	С системой
Дата испытаний	Нет данных	12–13.09.19	14–15.09.19
Рабочая скорость движения, км/ч	Не более 10,0	7,8	7,8
Конструктивная ширина захвата, м	9,0	9,0	
Рабочая ширина захвата, м	Нет данных	8,6	8,7
Часовой расход топлива, кг/ч	Нет данных	30,8	30,8
Затраты мощности на перемещение, кВт	Нет данных	60,9	60,9
Мощность, потребляемая агрегатом, кВт	Нет данных	143,2	143,2
Удельные энергозатраты за час основного времени, МДж/га	Нет данных	76,9	75,8
Эксплуатационные показатели: а) производительность за 1 час времени, га:			
– основного, га т	Не менее 3,40 Не менее 14,00	6,7 10,6	6,8 10,7
– сменного, га т	Нет данных Нет данных	4,7 7,4	4,8 7,5
– эксплуатационного, га т	Нет данных Нет данных	4,7 7,4	4,8 7,5
б) удельный расход топлива, кг/га кг/т	Нет данных Нет данных	7,1 4,5	7,0 4,4
в) количество обслуживающего персонала, чел	1	1	1
Эксплуатационно-технологические коэффициенты: – надежность технологического процесса	Нет данных	1,0	1,0
– использования сменного времени	Нет данных	0,7	0,7
– использования эксплуатационного времени	Нет данных	0,7	0,7
Показатели качества технологического процесса: – потери за жаткой, всего, % – фактическая подача, кг/с – суммарные потери зерна за молотилкой, % – дробление зерна, % – содержание сорной примеси, %	 Не более 0,5 Нет данных Не более 1,5 Не более 2,0 Не более 2,0	 0,5 8,6 1,1 1,4 0,4	 0,5 8,7 1,2 1,0 0,2

Table 2

Performance indicators of the combine harvester "ACROS-530" equipped with a parallel driving system (GPS navigation with a course indicator) and without a system during comparative tests

Indicators	Value of indicator		
	By ND	Indicators based on test data	
		Without a system	With a system
Test date	No data	12–13.09.19	14–15.09.19
Operating speed, km/h	No more than 10.0	7.8	7.8
Design width, m	9.0	9.0	
Working width, m	No data	8.6	8.7
Hourly fuel consumption, kg/h	No data	30.8	30.8
Power consumption for moving, kW	No data	60.9	60.9
Power consumed by the aggregate, kW	No data	143.2	143.2
Specific energy consumption per hour of the main time, MJ/ha	No data	76.9	75.8
Performance indicators: a) productivity for 1 hour of time, ha:			
– main, ha t	At least 3.4 At least 14.0	6.7 10.6	6.8 10.7
– shift, ha t	No data No data	4.7 7.4	4.8 7.5
– operational, ha t	No data No data	4.7 7.4	4.8 7.5
b) specific fuel consumption, kg/ha kg/t	No data No data	7.1 4.5	7.0 4.4
c) number of service personnel, people	1	1	1
Operational and technological coefficients: – technological process reliability	No data	1.0	1.0
– use of shift time	No data	0.7	0.7
– use of operating time	No data	0.7	0.7
Technological process quality indicators: – losses behind the harvest reaper, total, % – actual feed, kg/s – total losses of grain afterseparator, % – grain crushing, % – content of weed admixture, %	 No more than 0.5 No data No more than 1.5 No more than 2.0 No more than 2.0	 0.5 8.6 1.1 1.4 0.4	 0,.5 8.7 1.2 1.0 0.2

Результаты сравнительных испытаний комбайна зерноуборочного ACROS-530 (без системы GPS навигации и параллельного вождения) на уборке зерновых (таблица 2) показывают, что на скорости движения 7,8 км/ч и рабочей ширине захвата 8,6 м производительность за час основного времени составляет 6,7 га, сменного и эксплуатационного времени – 4,7 га. Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени – 0,7. Удельный расход топлива 7,1 кг/га. Удельные энергозатраты за час основного времени составляют 76,9 МДж/га.

Использование системы GPS навигации и параллельного вождения обеспечило увеличение рабочей ширины захвата до 8,7 м. На скорости движения 7,8 км/ч производительность за один час основного времени достигала 6,8 га, сменного и эксплуатационного времени – 4,8 га. Коэффициенты использования сменного и эксплуатационного времени – 0,7. Затраты мощности на передвижение комбайна по полю – 143,2 кВт, удельный расход топлива – 7,0 кг/га. Удельные энергозатраты за час основного времени составляют 75,8 МДж/га.

Применение системы GPS навигации и параллельного вождения на уборке зерновых культур обеспечило увеличение рабочей ширины захвата на 0,1 м или на 1,2 %. При этом производительность комбайна за один час сменного и эксплуатационного времени увеличилась на 0,1 га, что составляет 2,1 %. Использование системы GPS навигации и параллельного управления при работе комбайна зерноуборочного ACROS-530 с жаткой Power Stream 9 приводит к снижению удельных энергозатрат на 1,1 МДж/га, или 1,9 %, а удельный расход топлива снижается на 0,1 кг/га, или на 1,4 %.

Установлено, что уборочный агрегат устойчиво и качественно выполняет технологический процесс не зависимо от наличия системы GPS-навигации, параллельного управления.

На основании полученных данных проведен расчет экономической эффективности применения комбайна зерноуборочного ACROS-530 с жаткой Power Stream 9, оборудованного системой GPS навигации и параллельного управления и без системы.

Анализ результатов экономической оценки показал, что использование на уборке пшеницы комбайна ACROS-530 с системой параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) приводит к снижению совокупных затрат денежных средств на 3 %, затрат труда и удельного расхода топлива – на 1,4 % по сравнению с комбайном ACROS-530 без системы параллельного вождения. Использование на уборке пшеницы комбайна ACROS-530

с жаткой-хедером Power Stream 9, укомплектованного системой параллельного вождения, обеспечивает годовую экономию совокупных затрат денежных средств в размере 233,4 тыс. тенге (38,9 тыс. руб).

По результатам сравнительных испытаний установлено, что применение системы параллельного вождения на уборке зерновых требует повышенного напряжения и внимания, что приводит к увеличению утомляемости механизатора.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование системы GPS-навигации и автоматического управления на химпрополке зерновых и масличных культур способствует увеличению сменной производительности на 14,6 %, снижению удельных энергозатрат на 8 %, расхода топлива – на 17,0 %, а расхода рабочей жидкости на – 14,5 %. При этом совокупные затраты денежных средств снижаются на 9 %, годовая экономия совокупных затрат денежных средств составляет 6562,6 тыс. тенге (1093,7 тыс. руб.).

Использование системы параллельного вождения (GPS-навигация с курсоуказателем) на уборке пшеницы приводит к увеличению производительности на 2,1 %, снижению совокупных затрат денежных средств – на 3 %, затрат труда и удельного расхода топлива – на 1,4 % , при этом годовая экономия совокупных затрат денежных средств составляет 233,4 тыс. тенге (38,9 тыс. руб.).

Применение системы параллельного вождения на уборке зерновых требует повышенного напряжения и внимания, что приводит к увеличению утомляемости механизатора. Для повышения эффективности использования зерноуборочного комбайна его необходимо оборудовать системой автоматического управления.

Полученные результаты исследований (испытаний) могут быть использованы в практической работе инженерных служб сельскохозяйственных предприятий Северного Казахстана при производстве зерновых, масличных, пропашных и кормовых культур, а так же при выборе и приобретении систем GPS-навигации и управления.

Библиографический список

1. Якушев В. В. Точное земледелие: теория и практика. СПб., 2016. 364 с.
2. От точного земледелия до «умных ферм» [Электронный ресурс] // Матрица.kz: новостной портал. URL: http://www.matritca.kz (дата обращения: 18.05.2020).
3. Дидимова В. С., Замотайлова В. А. Оценка эффективности внедрения систем точного земледелия // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: сборник материалов VIII международного форума. Краснодар, 2017. С. 104–107.
4. Порфирьев Е. И., Алексанов Д. С. Оценка потребности в навигационной технике при внедрении систем точного земледелия // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 9 (51) С. 10–13 DOI: 10.18454/IRJ.2016.51.149.
5. Garcia L. C., van der Meer R. W., de Souza N. M., Justino A., Neto P. H-W. Seeding maneuvers using navigation system // Engenharia Agricola. 2016. Vol. 36. No. 2. Pp. 361–366.
6. Kelc D., Stajnko D., Berk P., Rakun J., Vindis P., Lakota M. Reduction of environmental pollution by using RTK-navigation in soil cultivation // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2019. Vol. 12. No. 5. Pp. 173–178.
7. Лагун А. А., Шилова И. Н. Предпосылки и экономическая эффективность внедрения системы точного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях вологодской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (57). С. 217–226.
8. Beluhova-Uzunova R., Dunchev D. Precision farming – concepts and perspectives // Problems of Agricultural Economics Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. 2019. Vol. 3 (360). Pp. 142–145.
9. Звягина Н. Н., Ядрицева Т. С. Применение точных технологий в зерновом производстве и их влияние на эффективность производства и экологическую безопасность // Вестник мичуринского государственного аграрного университета. 2016. № 3. С. 149–153.
10. Труфляк Е. В., Креймер А. С., Курченко Н. Ю., Дидыч В. А. Цифровые технологии в АПК // Сельский механизатор. 2018. № 7. С. 13–14.
11. Труфляк Е. В. Точное сельское хозяйства: вчера, сегодня, завтра // Инновационные технологии в науке и образовании: материалы V международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2017. С. 459–464.
12. Barocco R. Yield Mapping Hardware Components for Grains and Cotton Using On-the-Go Monitoring Systems // The Department of Agricultural and Biological Engineering. UF/IFAS Extension. University of Florida, 2017. 12 p.
13. Труфляк Е. В., Больбат А. И. Экономическая эффективность использования элементов точного земледелия // Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого земледелия. Волгоград, 2017. С. 535–542.
14. Gusev A., Ziablitckaia G., Ziablitckaia N., Kholmanskikh M., Novopashin L. An analysis of research areas in precision Agriculture // International Transaction Journal Of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies. 2019. Vol. 10 (12). Pp. 14–24.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Об авторах:

Юрий Владимирович Полищук[1], кандидат технических наук, заведующий лабораторией, ORCID 0000-0002-6215-6487; *y.polishchuk.62@mail.ru*

Николай Владимирович Лаптев[1], магистр сельского хозяйства, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-4115-3025
Артем Павлович Комаров[1], магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-9182-5096
[1] НПЦ агроинженерии, Костанай, Казахстан

The use of automatic and parallel driving systems in agricultural production of the Republic of Kazakhstan and the efficiency of their use

Yu. V. Polishchuk[1]✉, N. V. Laptev[1], A. P. Komarov[1]
[1] SPC of Agricultural engineering, Kostanay, Kazakhstan
✉*E-mail: y.polishchuk.62@mail.ru*

Abstract. Precision farming systems are being intensively introduced into the agricultural production of the Republic of Kazakhstan. Based on the data of development firms and dealerships centers, precision farming allows the cost of fertilizing, seeds, plant protection products and fuels and lubricants to be reduced by an average of 20 %. In doing so, the possibilities of obtaining efficiency from the use of precision farming systems under certain conditions of their use have not been fully studied. **The aim of the work** was to determine the impact of parallel and automatic driving systems on the technical and operational as well as economic indices during comparative tests in the North Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan. **Research methods.** During process of conducting comparative tests, the test conditions, agrotechnical, energy, operational and technological as well as economic indices of aggregates equipped with parallel and automatic driving systems and without systems were determined. All indices were determined in accordance with the requirements of current state standards. **Results.** In the article are presented the results of comparative tests of a self-moving sprayer on chemical weeding of wheat and flax crops, as well as a combine harvester for wheat harvesting in the conditions of Northern Kazakhstan. The use of GPS navigation and automatic control on the chemical weeding of grain and oilseeds crops contributes to an increase in productivity by 14.6 %, reduction in specific energy consumption by 8 %, fuel consumption by 17.0 %, and working fluid consumption by 14.5 %. In doing so, the total cost of money is reduced by 9 %, the annual savings of the total cost of money is 6562.6 thousand tenge (1093.7 thousand rubles). Using a parallel driving system (GPS-navigation with a course indicator) for harvesting wheat leads to an increase productivity by 2.1 %, reduction of total cost of money by 3 %, labor costs and specific fuel consumption by 1.4 %, while the annual savings of total cost of money is 233.4 thousand tenge (38.9 thousand rubles). **The scientific novelty.** In the conditions of the Northern region of the Republic of Kazakhstan, the influence of parallel and automatic driving systems on the technical, operational and economic performance of machine-tractor units was studied for the first time.
Keywords: comparative tests, precision farming, parallel driving, automatic driving, aggregate, chemical weeding, grain crop harvesting, navigation system.

For citation: Polishchuk Yu. V., Laptev N. V., Komarov A. P. Primenenie sistem avtomaticheskogo i parallel'nogo vozhdeniya v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve Respubliki Kazakhstan i effektivnost' ikh ispol'zovaniya [The use of automatic and parallel driving systems in agricultural production of the Republic of Kazakhstan and the efficiency of their use] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 11–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-11-19. (In Russian.)

Paper submitted: 23.04.2020.

References

1. Yakushev V. V. Tochnoe zemledelie: teoriya i praktika [Precision agriculture: theory and practice]. Saint Petersburg, 2016. 364 p. (In Russian.)
2. Ot tochnogo zemledeliya do "umnykh ferm" [From precision agriculture to "smart farms"] [e-resource] // matritca.kz: news portal. URL: http://www.matritca.kz (appeal date: 18.05.2020). (In Russian.)
3. Didimova V. S, Zamotajlova V. A. Otsenka effektivnosti vnedreniya sistem tochnogo zemledeliya [Evaluation of the effectiveness of the implementation of precision farming systems] // Informatsionnoe obshchestvo: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: sbornik materialov VIII mezhdunarodnogo foruma. Krasnodar: KubGAU– 2017. 2017. Pp. 104–107. (In Russian.)
4. Porfir'ev E. I., Aleksanov D. S. Otsenka potrebnosti v navigatsionnoy tekhnike pri vnedrenii sistem tochnogo zemledeliya [Assessment of the need for navigation technology in the implementation of precision farming systems] // International Research Journal. 2016. No. 9 (51). Pp. 10–13. DOI: 10.18454/IRJ.2016.51.149. (In Russian.)
5. Garcia L. C., van der Meer R. W., de Souza N. M., Justino A., Neto P. H-W. Seeding maneuvers using navigation system // Engenharia Agricola. 2016. Vol. 36. No. 2. Pp. 361–366.

6. Kelc D., Stajnko D., Berk P., Rakun J., Vindis P., Lakota M. Reduction of environmental pollution by using RTK-navigation in soil cultivation // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 2019. Vol. 12. No. 5. Pp. 173–178.
7. Lagun A. A., Shilova I. N. Predposylki i ekonomicheskaya effektivnost' vnedreniya sistemy tochnogo zemledeliya v sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiyakh Vologodskoy oblasti [Prerequisites and economic efficiency of the introduction of precision farming systems in agricultural enterprises of the Vologda region] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018. No. 2 (57). Pp. 217–226. (In Russian.)
8. Beluhova-Uzunova R., Dunchev D. Precision farming – concepts and perspectives // Problems of Agricultural Economics Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. 2019. Vol. 3 (360). Pp. 142–145.
9. Zvyagina N. N., Yadritseva T. S. Primenenie tochnykh tekhnologiy v zernovom proizvodstve i ikh vliyanie na effektivnost' proizvodstva i ekologicheskuyu bezopasnost' [The use of precise technologies in grain production and their impact on production efficiency and environmental safety] // Vestnik michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 3. Pp. 149–153. (In Russian.).
10. Truflyak E. V. Kreymer, A. S. Kurchenko N. Yu., Didych V. A. Tsifrovye tekhnologii v APK [Digital technologies in the agricultural sector] //Sel'skiy mekhanizato. 2018. No. 7. Pp. 13–14. (In Russian.)
11. Truflyak E.V. Tochnoe sel'skoe khozyaystvo: vchera, segodnya, zavtra [Precise agriculture: yesterday, today, tomorrow] // Innovatsionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii: materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Rostov-on-Don, 2017. Pp. 459–464. (In Russian.)
12. Barocco R. Yield Mapping Hardware Components for Grains and Cotton Using On-the-Go Monitoring Systems // The Department of Agricultural and Biological Engineering, UF/IFAS Extension. University of Florida, 2017. 12 p.
13. Truflyak E. V., Bol'bat A. I. Ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya elementov tochnogo zemledeliya [Cost-effective use of precision farming elements] Rol' melioratsii zemel' v realizatsii gosudarstvennoy nauchno-tekhnicheskoy politiki v interesakh ustoychivogo razvitiya sel'skogo khozyaystva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta oroshaemogo zemledeliya. Volgograd, 2017. Pp. 535–542. (In Russian.)
14. Gusev A., Ziablitckaia G., Ziablitckaia N., Kholmanskikh M., Novopashin L. An analysis of research areas in precision Agriculture // International Transaction Journal Of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies. 2019. Vol. 10 (12). Pp. 14–24.
15. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)

Authors' information:
Yuriy V. Polishchuk[1], candidate of technical sciences, head of laboratory, ORCID 0000-0002-6215-6487;
y.polishchuk.62@mail.ru
Nikolay V. Laptev[1], master of agriculture, researcher, ORCID 0000-0002-4115-3025
Artem P. Komarov, master of agricultural sciences, researcher, ORCID 0000-0002-9182-5096
[1] SPC of Agricultural engineering, Kostanay, Kazakhstan

УДК 631.81
Код ВАК 06.01.01
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-20-26

Агротехнологии

Исследование различных технологических приемов применения биопрепарата ЖФБ на яровой пшенице

Г. Ю. Рабинович[1], Ю. Д. Смирнова[1]✉, Н. В. Фомичева[1]
[1] ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Москва, Россия
✉*E-mail: ulayad@yandex.ru*

Аннотация. **Целью** исследований являлось определение наиболее эффективного технологического приема применения биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы. **Методология и методы исследования**. Исследования проводились на дерново-подзолистой почве в 2017–2019 гг. в Тверской области. В состав ЖФБ входят агрономически полезная микрофлора (от $n\times10^9$ до $n\times10^{12}$ КОЕ/мл), физиологически активные вещества, комплекс макро- и микроэлементов. Исследовали следующие технологические приемы: обработка семян перед посевом, двукратная некорневая обработка вегетирующих растений и совмещение данных приемов. **Результаты.** Все исследуемые технологические приемы применения ЖФБ способствовали прибавке урожайности зерна яровой пшеницы. Наибольшая урожайность в среднем за три года исследований получена при совмещении приемов обработки семян 1-процентным раствором ЖФБ и опрыскивании вегетирующих растений в дозе 3 л/га – 2,96 т/га (в контроле 2,63 т/га). Максимальная урожайность сформирована в первую очередь за счет увеличения продуктивности стеблей (95 %). Кроме этого, применение ЖФБ во всех вариантах исследований способствовало достоверному увеличению числа зерен в колосе на 1,2–1,9 шт., отмечалась тенденция в увеличении массы 1000 зерен. Наблюдалось повышение содержания азота в почве в вариантах с внесением ЖФБ за счет активизации деятельности азоттрансформирующей микрофлоры, что подтверждается корреляционными связями. Повышение азотного питания пшеницы и биохимические процессы, проходящие в растениях под влиянием ЖФБ, привели к увеличению содержания белка в зерне пшеницы. **Научная новизна**. Предлагается новый перспективный биопрепарат ЖФБ, для которого выбран наиболее эффективный агротехнологический прием применения на посевах яровой пшеницы, позволяющий повысить урожайность данной культуры, ее качество, а также улучшить агрохимические и микробиологические показатели почвы.

Ключевые слова: яровая пшеница, биопрепарат ЖФБ, обработка семян, некорневая обработка, урожайность, азоттрансформирующие микроорганизмы, качество.

Для цитирования: Рабинович Г. Ю., Смирнова Ю. Д., Фомичева Н. В. Исследование различных технологических приемов применения биопрепарата ЖФБ на яровой пшенице // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 20–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-20-26.

Дата поступления статьи: 25.03.2020.

© Г. Ю. Рабинович, Ю. Д. Смирнова, Н. В. Фомичева, 2020

Постановка проблемы (Introduction)

Выращивание зерновых культур является приоритетным направлением АПК, доля зерновых посевов во многих аграрных хозяйствах составляет 60 % от всей структуры севооборота. Продовольственное обеспечение страны зависит от показателей сельхозтоваропроизводителей зерна [1, с. 113], [2, с. 1603].

В последние годы темпы валового сбора зерна постоянно возрастают, что связано с увеличением площадей, занятых зерновыми культурами, и ростом урожайности. По данным Минсельхоза РФ, общий урожай зерна в 2019 г. составил 121 млн т, увеличившись по сравнению с 2018 г. на 8 млн т. В том числе собрано 77,9 млн т пшеницы (+4,5 млн т) с площади 27,5 млн га (+ 1,1 млн га), при этом урожайность зерна составила 2,83 т/га (+0,05 т/га) [3]. Средняя урожайность пшеницы у европейских фермеров в 2019 г. составила 6,02 т/га [4], в РФ урожайность 5,5–6,5 т/га зафиксирована только в отдельных хозяйствах страны. В Ростовской области средняя урожайность зерновых в 2019 г. увеличилась и составила 3,37 т/га против 3,19 т/га в 2018 г., в Белгородской области – 4,75 т/га, что выше уровня предыдущего года на 0,34 т/га [5]. В Тверской области, по данным Федеральной службы государственной статистики РФ, урожайность яровой пшеницы в 2018 г. составила 1,44 т/га.

Если валовой сбор зерна растет, то качество зерна по-прежнему остается низким. По данным Россельхозцентра, доля пшеницы I–IV классов составляет 84,3 %, в том числе на III класс приходится 36,0 % обследованного зерна, на IV – 47,4 %, пшеницы I класса выявлено не было (последний раз данный класс присутствовал в 2012 г.) [6].

Получение высоких урожаев зерна складывается в основном из природно-климатических условий региона и интенсификации процессов возделывания. Наиболее эффективными приемами в решении данной задачи является применение химических и биологических препаратов для обработки посевного материала и некорневой листовой подкормки. Предпосевная обработка семян проводится с целью стимулирования ростовых процессов, защиты от болезней, повышения коэффициентов исполь-

зования питательных элементов из удобрений и почвы [7, с. 1726], [8, с. 43]. Например, исследователи из Ярославской ГСХА показали эффективность использования для обработки семян яровой пшеницы, ячменя, овса биопрепаратов «Флавобактерин», «Ризоагрин» и 17-1, которые способствовали увеличению урожайности, повышению содержания сухого вещества, жира у ячменя и пшеницы [9, с. 19]. При этом во всех случаях отмечалось повышение полевой всхожести, листовой поверхности растений.

Применение некорневых обработок приводит к усилению физиолого-биохимических процессов растений, направленных на активизацию роста и развития растений, тем самым повышению урожайности зерновых культур [10, с. 11], [11, с. 7]. Обработка посевов яровой пшеницы препаратами «Циркон» и «Планриз» способствовала повышению урожайности зерна на 0,21–0,25 т/га, содержания сырого белка на 0,6–1,2 % и значительному увеличению фотосинтетического потенциала на 44–47 % [10, с. 11].

Также проводят совмещение инокуляции семян с некорневыми обработками [12, с. 144], [13, с. 134], такой агротехнический прием позволяет комплексно воздействовать на растения и снижать дозы вносимого минерального удобрения. В полевых опытах Белгородский ГАУ проводилось изучение влияния биопрепарата «Биогор КМ» на продукционный процесс яровой пшеницы сорта Дар Черноземья. Наибольшую урожайность за 2017–2019 гг. обеспечивала обработка зерна пшеницы в сочетании с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений – 2,76 т/га, в варианте только с обработкой зерна урожайность была ниже на 0,17 т/га, а в контроле – на 0,44 т/га. При этом площадь листовой поверхности составила 31,9 тыс. м^2/га, 30,5 тыс. м^2/га и 25,4 тыс. м^2/га соответственно [12, с. 144].

В Нижне-Волжском НИИСХ проводились полевые опыты по использованию препаратов «Витаплан», «Мивал-агро», «Купроцин» для обработки семян озимой пшеницы совместно с обработкой растений в фазу весеннего кущения. Применение указанных препаратов способствовало повышению устойчивости растений озимой пшеницы к корневым гнилям (поражение уменьшилось на 35,8 %), а также увеличению урожайности на 33,0 % и улучшению качества зерна за счет активации физиологических процессов жизнедеятельности в растениях [14, с. 5].

Во ВНИИМЗ разработана технология получения биопрепарата микробной природы ЖФБ, получаемого ферментационно-экстракционным способом из торфо-навозной смеси. В состав ЖФБ входят агрономически полезная микрофлора общей численностью от $n\times10^9$ до $n\times10^{12}$ КОЕ/мл (аммонифицирующая, амилолитическая, аминокислотсинтезирующая, мобилизующая органофосфаты и др.), продукты их жизнедеятельности, физиологически активные вещества, макро- и микроэлементы, гуминовые вещества [15, с. 10].

Эффективность применения ЖФБ в качестве некорневой обработки различных сельскохозяйственных культур показана во многих работах [16, с. 668], [17, с. 80]. Цель настоящей работы – определить наиболее эффективный технологический прием применения биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы.

Методология и методы исследования (Methods)

Полевые опыты с посевом яровой пшеницы сорта Иргина проводили на дерново-подзолистой почве мелиоративного объекта «Губино» ФГБНУ ВНИИМЗ в 2017–2019 гг. Почва на опытных участках дерново-подзолистая легкосуглинистая, среднекислая (pH_{KCl} 4,8–5,0), с высоким содержанием подвижного фосфора (P_2O_5 – 208–223 мг/кг) и калия (K_2O – 234–251 мг/кг) по Кирсанову, низкой обеспеченностью азотом по Тюрину и Кононовой ($N_{лг.}$ – 35–38 мг/кг) и гумусом по Тюрину (2,1–2,5 %). Технология возделывания яровой пшеницы – принятая для культуры. В качестве фона основного минерального удобрения вносили 2 ц нитроаммофоски ($N_{32}P_{32}K_{32}$).

На посевах исследовали следующие технологические приемы: обработка семян перед посевом, некорневая обработка вегетирующих растений и совмещение данных приемов. Семена яровой пшеницы обрабатывали ЖФБ за 2 часа до посева из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян, используя две концентрации биопрепарата – 0,1 и 0,2 %. Некорневые обработки проводили по фазам роста пшеницы (кущение и колошение) из ручного опрыскивателя в дозе 3 л/га при норме расхода рабочего раствора 300 л/га. Опыты заложены в четырехкратной повторности, расположение делянок систематизированное. Общая площадь делянки составила 45 м^2, учетная – 24 м^2.

Отбор почвенных образцов осуществляли асептически из пахотного горизонта (0–20 см) для определения микробиологических и агрохимических показателей. Численность микроорганизмов определяли методом предельных разведений на твердых питательных средах: аммонифицирующих на мясо-пептонном агаре (МПА), амилолитических на крахмало-аммиачном агаре (КАА).

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2003, STATGRAPHICS Centurion XVI.II.

Условия произрастания культуры в 2017–2019 гг. отличались неблагоприятными метеорологическими показателями. Вегетационный период 2017 г. (май – август) характеризовался преобладанием повышенной влажности (ГТК составил 1,79), температура воздуха была ниже климатической нормы с частыми кратковременными дождями, что привело к переувлажнению почвы, и только в августе преобладала теплая и жаркая погода с кратковременными осадками. Погода 2018 г. характеризовалась как слабозасушливая (ГТК 1,21) – дожди были преимущественно небольшие и умеренные, по температурным условиям в целом теплее обычного. Погодные условия 2019 г. в целом оптимальные по влажности (ГТК – 1,43): май и начало июня – температура выше нормы, небольшие осадки, затем отмечается похолодание с температурой воздуха ниже нормы, сохраняющейся до конца вегетационного периода, в августе отмечали частые дожди, как следствие – высокая влажность воздуха и переувлажнение почвы.

Результаты (Results)

Яровая пшеница хорошо отзывается на применение в агротехнологии их возделывания препаратов биологической, гуминовой или синтетической природы, что отмечается различными исследователями. Положительное их

© G. Yu. Rabinovich, Yu. D. Smirnova, N. V. Fomicheva, 2020

воздействие отмечено на биометрических показателях, урожайности культуры, снижении поражения растений болезнями и вредителями, увеличении содержания белка и улучшении других качественных характеристик.

Применение биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы в полевых опытах 2017–2019 гг. способствовало формированию повышенного урожая зерна по сравнению с контрольным фоновым вариантом. Наибольшая урожайность в среднем за три года исследований получена при совмещении приемов – обработка семян 1-процентным раствором ЖФБ + опрыскивание вегетирующих растений – 2,96 т/га (таблица 1). Урожайность пшеницы практически во всех опытных вариантах между собой различалась не значимо, но была достоверно выше контрольного варианта. В варианте с совмещением обработки семян 2-процентным ЖФБ и опрыскивания не отмечали достоверного прироста урожая зерна ни в один из исследуемых вегетационных периодов. Если рассматривать показатели урожайности по годам исследования, то данные 2017 г. несколько отличались от усредненных данных: максимальная урожайность отмечалась в варианте с обработкой семян 1-процентным ЖФБ, а в варианте с совмещением приемов (обработка семян 1-процентным ЖФБ + опрыскивание) достоверного прироста урожая относительно контроля не наблюдали.

Анализ элементов структуры урожая яровой пшеницы показал непосредственное влияние изучаемых агротехнических приемов на формирование урожая. В среднем за 3 года исследований высота растений и длина колоса увеличились в различной степени в зависимости от способа применения биопрепарата ЖФБ (таблица 2). Достоверное изменение длины колоса отмечалось при обработке зерна яровой пшеницы 1-процентным раствором и при сочетании данного приема с некорневой обработкой по вегетирующим растениям и составило 6,1–6,8 %. Применение ЖФБ благоприятно отразилось на продуктивности колоса – во всех вариантах отмечалось достоверное увеличение числа зерен в колосе: в среднем на 1,2–1,9 шт. (таблица 2). Также наблюдали положительную динамику в увеличении массы 1000 зерен в опытных вариантах по сравнению с контролем, хотя существенных различий между вариантами не отмечали.

Все приемы благоприятно отразились на формировании продуктивных стеблей, особенно в вариантах, где применялось опрыскивание вегетирующих растений. Максимальная продуктивность стеблей отмечена в варианте с обработкой зерна яровой пшеницы 1-процентным раствором ЖФБ + опрыскивание вегетирующих растений – 95 % от общего числа стеблей, что способствовало формированию наибольшего урожая зерна.

Таблица 1

Урожайность яровой пшеницы

Вариант	Прием обработки	Урожайность, т/га				
		2017	2018	2019	Средняя	Прибавка к контролю, %
1	NPK (фон) – контроль	2,67	2,53	2,70	2,63	–
2	Фон + некорневая обработка	2,88	2,74	2,91	2,84	8,0
3	Фон + обработка семян 1 % ЖФБ	3,02	2,74	2,92	2,89	9,8
4	Фон + обработка семян 1 % ЖФБ + некорневая обработка	2,76	2,85	3,26	2,96	12,2
5	Фон + обработка семян 2 % ЖФБ	2,83	2,71	2,88	2,81	6,6
6	Фон + обработка семян 2 % ЖФБ + некорневая обработка	2,69	2,60	2,90	2,73	3,6
	$НСР_{05}$	0,19	0,14	0,16	0,16	–

Table 1

The yield of spring wheat

Option	*The reception processing*	*Yield, t/ha*				
		2017	*2018*	*2019*	*Average*	*Increase in control, %*
1	*NPK (background) – control*	*2.67*	*25.3*	*27.0*	*26.3*	–
2	*Background + foliar treatment*	*2.88*	*27.4*	*29.1*	*28.4*	*8.0*
3	*Background + seed treatment 1 % LPB*	*30.2*	*27.4*	*29.2*	*28.9*	*9.8*
4	*Background + seed treatment 1 % LPB + foliar treatment*	*27.6*	*28.5*	*32.6*	*29.6*	*12.2*
5	*Background + seed treatment 1 % LPB*	*28.3*	*27.1*	*28.8*	*28.1*	*6.6*
6	*Background + seed treatment 1 % LPB + foliar treatment*	*26.9*	*26.0*	*29.0*	*27.3*	*3.6*
	LSD_{05}	*0.19*	*0.14*	*0.16*	*0.16*	–

На формирование повышенных биометрических показателей яровой пшеницы большое влияние оказывает содержание азота в период кущения – начала цветения, когда формируются завязи будущих зерен. В процессе трансформации азоторганических соединений почвы до доступных для растений форм азота участвуют азоттрансформирующие микроорганизмы, в частности аммонифицирующие и амилолитические. В биопрепарате ЖФБ содержится 10^{10}–10^{12} КОЕ/мл микроорганизмов данных физиологических групп. Внесение ЖФБ вместе с семенами пшеницы и в результате непосредственного попадания в почву при первом опрыскивании вегетирующих растений в фазу кущения способствовало постепенному разложению органических составляющих почвы и накоплению дополнительного количества азота к фазе колошения (таблица 3). В других исследованиях также отмечается подвижка элементов питания и микробиологических показателей почвы при использовании микробных препаратов на посевах злаковых культур [18, с. 23], [19, с. 81].

Таблица 2

Элементы структуры урожая и биологическая урожайность яровой пшеницы (2017–2019 гг.)

Вариант	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число стеблей, шт/м²		Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
			Общее	Продуктивных			
1	93,2	8,55	527	483	30,8	34,2	3,34
2	93,2	8,57	536	507	32,5	34,6	3,69
3	96,2	9,17	545	503	32,7	35,5	3,77
4	95,3	9,07	542	515	32,6	35,3	3,83
5	95,4	8,65	534	501	32,4	34,8	3,60
6	93,3	8,50	531	503	32,0	34,6	3,49
$НСР_{05}$	4,4	0,38	22	18	1,0	1,7	0,26

Примечание: варианты опыта – см. таблицу 1.

Table 2

Elements of crop structure and biological yield of spring wheat (2017–2019)

Option	*Plants height, cm*	*Ear length, cm*	*The number of stems, pcs/m²*		*Number of grains per ear, pcs.*	*Weight of 1000 grains, g*	*Biological yield, t/ha*
			Total	*Productive*			
1	*93.2*	*8.55*	*527*	*483*	*30.8*	*34.2*	*3.34*
2	*93.2*	*8.57*	*536*	*507*	*32.5*	*34.6*	*3.69*
3	*96.2*	*9.17*	*545*	*503*	*32.7*	*35.5*	*3.77*
4	*95.3*	*9.07*	*542*	*515*	*32.6*	*35.3*	*3.83*
5	*95.4*	*8.65*	*534*	*501*	*32.4*	*34.8*	*3.60*
6	*93.3*	*8.50*	*531*	*503*	*32.0*	*34.6*	*3.49*
LSD_{05}	*4.4*	*0.38*	*22*	*18*	*1.0*	*1.7*	*0.26*

Note: experience options – see table 1.

Таблица 3

Численность азоттрансформирующих микроорганизмов, содержание азота в почве, отдельные показатели качества зерна

Вариант	$NO_3 + NH_4$, мг/кг	$N_{лг.}$, мг/кг	Азоттрансформирующие, млн КОЕ/г	Белок, %	Натура, г/л
1	19,6 ± 0,8	37,6 ± 2,9	27,8 ± 3,2	14,7 ± 0,26	732 ± 23
2	20,6 ± 1,1	38,7 ± 2,6	28,1 ± 6,8	14,9 ± 0,37	740 ± 17
3	21,1 ± 0,9	39,5 ± 3,4	29,6 ± 4,6	15,7 ± 0,39	733 ± 29
4	22,8 ± 1,3	42,6 ± 3,8	36,7 ± 3,9	15,3 ± 0,40	739 ± 14
5	21,6 ± 1,1	41,3 ± 3,3	31,2 ± 2,8	15,1 ± 0,29	735 ± 30
6	23,5 ± 0,8	38,5 ± 2,8	24,2 ± 1,7	15,1 ± 0,28	718 ± 21

Примечание: варианты опыта – см. таблицу 1.

Table 3

Number of nitrogen-transforming microorganisms, nitrogen content in the soil, individual indicators of grain quality

Option	*$NO_3 + NH_4$, mg/kg*	*N_{eh}, mg/kg*	*Nitrogen- transforming, million CFU/g*	*Protein, %*	*Nature, g/l*
1	*19.6 ± 0.8*	*37.6 ± 2.9*	*27.8 ± 3.2*	*14.7 ± 0.26*	*732 ± 23*
2	*20.6 ± 1.1*	*38.7 ± 2.6*	*28.1 ± 6.8*	*14.9 ± 0.37*	*740 ± 17*
3	*21.1 ± 0.9*	*39.5 ± 3.4*	*29.6 ± 4.6*	*15.7 ± 0.39*	*733 ± 29*
4	*22.8 ± 1.3*	*42.6 ± 3.8*	*36.7 ± 3.9*	*15.3 ± 0.40*	*739 ± 14*
5	*21.6 ± 1.1*	*41.3 ± 3.3*	*31.2 ± 2.8*	*15.1 ± 0.29*	*735 ± 30*
6	*23.5 ± 0.8*	*38.5 ± 2.8*	*24.2 ± 1.7*	*15.1 ± 0.28*	*718 ± 21*

Note: experience options – see table 1.

Проведенный регрессионный анализ показал, что между содержанием легкогидролизуемого азота и количеством азоттрансформирующей микрофлоры существует статистически значимая умеренно сильная связь – коэффициент корреляции $r = 0,88$ ($p < 0,05$), между суммой аммиачного и нитратного азота и микрофлорой связь также умеренно сильная $r = 0,63$, но $p > 0,05$.

Применение биопрепарата ЖФБ положительно отразилось на отдельных показателях качества зерна яровой пшеницы: отмечали увеличение содержания белка и натуры зерна (таблица 3). Достоверное повышение содержания белка наблюдали в вариантах с обработкой семян перед посевом 1-процентным раствором ЖФБ и при совмещении данного приема с некорневой обработкой. Качество зерна пшеницы определяется по ГОСТ 9383-16, согласно которому по содержанию белка в пшенице зерно всех вариантов опыта можно отнести к I классу (не менее 14,5 %), но по натуре зерна – только к III (730–750 г/л).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, проведенные полевые опыты с различными способами применения биопрепарата ЖФБ на посевах яровой пшеницы показали наибольшую эффективность совмещения приемов обработки: предпосевная обработка семян 1-процентным раствором ЖФБ + двукратная некорневая обработка вегетирующих растений. Данный технологический прием способствовал достоверному приросту урожайности зерна на 12,2 %, увеличению продуктивных стеблей на 6,6 %, числа зерен в колосе на 1,8 шт., повышению содержания белка в зерне на 0,6 %. Внесение ЖФБ рассмотренными технологическими приемами способствовало повышению содержания азоттрансформирующей микрофлоры в почве и, как следствие, улучшению азотного питания растений пшеницы, между которыми выявлена положительная корреляционная зависимость.

Библиографический список

1. Зюкин Д. А. Оценка устойчивости урожаев зерна по различным видам в России // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. Т. 7. № 4 (25). С. 113–115.
2. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield Gaps in Wheat: Path to Enhancing Productivity // Frontiers in Plant Science. 2019. No. 10. P. 1603. DOI: 10.3389/fpls.2019.01603.
3. В 2019 году валовой сбор зерна всех видов составит порядка 120 млн тонн [Электронный ресурс] // Газета «АгроНовости» от 02.12.2019 г. URL: https://agro-bursa.ru/gazeta/obzor-rynka-zerna/2019/12/02/obzor-rynka-zerna-pshenicy-muki.html. (дата обращения: 25.02.2020).
4. Медведева А. Европа: большой урожай зерна и очень низкие цены. [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал АГРОXXI. URL: https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/evropa-bolshoi-urozhai-zerna-i-ochen-nizkie-ceny.html (дата обращения: 25.02.2020).
5. Про урожай зерновых 2019 (предварительные итоги) [Электронный ресурс] // AFTERSHOCK. URL: https://desktop.aftershock.news/?q=node/780594 (дата обращения: 26.02.2020).
6. Дятловская Е. Доля продовольственной пшеницы нового урожая оценивается в 79 % [Электронный ресурс] // Агроинвестор: [сайт]. URL: https://www.agroinvestor.ru/markets/news/32233-dolya-prodovolstvennoy-pshenitsy-novogo-urozhaya-otsenivaetsya-v-79 (дата обращения: 26.02.2020).
7. Hassan T. U., Bano A. Role of carrier-based biofertilizer in reclamation of saline soil and wheat growth // Archives of Agronomy and Soil Science. 2015. No. 61 (12). Pp. 1719–1731. DOI:10.1080/03650340.2015.1036045.
8. Платонычева Ю. И., Полякова Н. В., Володина Е. Н. Изменение продуктивности яровой пшеницы и содержания элементов питания в темно-серой лесной почве при использовании различных форм удобрений // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1 (44). С. 41–46.
9. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3 (43). С. 18–22.
10. Пашкова Г. И., Кузьминых А. Н. Влияние растворов молочной сыворотки и стимуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 2 (51). С. 9–14.
11. Мельникова О. В., Мажуго Т. М. Влияние Террафлекса и Альбита на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3-1. С. 6–10.
12. Муравьев А. А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от обработки биопрепаратом // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 142–147.
13. Демина Е. А., Кинчаров А. И., Муллаянова О. С., Таранова Т. Ю., Чекмасова К. Ю. Влияние современных препаратов для обработки семян и микроудобрений на продуктивность сортов мягкой пшеницы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 10-1 (37). С. 132–137. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11621.
14. Иванченко Т. В., Игольникова И. С. Влияние регуляторов роста на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 101–108. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-02-101-108.
15. Рабинович Г. Ю., Смирнова Ю. Д., Васильева Е. А., Фомичева Н. В. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии // Региональная экология. 2015. № 6 (41). С. 7–15.
16. Рабинович Г. Ю., Ковалев Н. Г., Смирнова Ю. Д. Применение новых биоудобрений и биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и картофеля (*Solanum tuberosum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 5. № 50. С. 665–672. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.665rus.

17. Рабинович Г. Ю., Смирнова Ю. Д. Современные биопрепараты в возделывании сельскохозяйственных культур // Инновационные агро- и биотехнологии в адаптивно-ландшафтном земледелии на мелиорированных землях: материалы международной научно-практической конференции. Тверь, 2016. С. 78–82.
18. Babin D., Deubel A., Jacquiod S., Sorensen S. J., Geistlinger J., Grosch R., Smalla K. Impact of long-term agricultural management practices on soil prokaryotic communities // Soil Biology and Biochemistry. 2019. Vol. 129. Pp. 17–28. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.11.002.
19. Pishchik V. N., Vorobyev N. I., Moiseev K. G., Sviridova O. V., Surin V. G. Influence of *Bacillus subtilis* on the physiological state of wheat and the microbial of community of the soil under different rates of nitrogen fertilizers // Eurasian soil science. 2015. Vol. 48. No. 1. Pp. 77–84. DOI: 10.1134/S1064229315010135.

Об авторах:
Галина Юрьевна Рабинович[1], доктор биологических наук, профессор, директор ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0002-5060-6241, AuthorID 111233; *+7 (4822) 37-85-44, vniimz@list.ru*
Юлия Дмитриевна Смирнова[1], кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биотехнологий ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0003-2435-2089, AuthorID 605598; *+7 915 700-15-38, ulayad@yandex.ru*
Наталья Викторовна Фомичева[1], кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биотехнологий ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0002-2272-7767, AuthorID 111239; *+7 910 841-85-41, nvfomi@mail.ru*
[1] ФИЦ «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Москва, Россия

Research of various technological methods of application of a biological preparation of LPB on spring wheat

G. Yu. Rabinovich[1], Yu. D. Smirnova[1]✉, N. V. Fomicheva[1]
[1] FRC "Soil Science Institute named after V. V. Dokuchaev", Moscow, Russia
✉*E-mail: ulayad@yandex.ru*

Abstract. **The purpose** of the research was to determine the most effective technological method of applying the LPB biological preparation on spring wheat crops. **Research methodology and methods.** Studies were conducted on sod-podzolic soil in 2017–2019 in the Tver region. The composition of the LPB includes agronomically useful microflora (from $n\times10^9$ to $n\times10^{12}$ CFU/ml), physiologically active substances, a complex of macro- and micronutrients. The following technological techniques were studied: seed treatment before sowing, double foliar treatment of vegetating plants, and combining these techniques. **Results.** All the studied technological methods of application of LPB contributed to an increase in the yield of spring wheat grain. The highest yield on average for three years of research was obtained by combining the methods of seed treatment with a 1% solution of LPB and foliar treatment plants at a dose of 3 l/ha – 2.96 t/ha (in the control of 2.63 t/ha). The maximum yield is formed primarily by increasing the productivity of stems (95 %). In addition, the use of LPB in all research variants contributed to a significant increase in the number of grains in the ear by 1.2–1.9 PCs, there was a tendency to increase the mass of 1000 grains. Observed an increase in the nitrogen content in the soil in the variants with the introduction of LPB due to the activation of the nitrogen-transforming microflora, which is confirmed by correlations. The increase in nitrogen nutrition of wheat and the biochemical processes that take place in plants under the influence of LFB, led to an increase in the protein content of wheat grain. **Scientific novelty.** A new promising biological product of the LPB is proposed, for which the most effective agrotechnological method of application for spring wheat crops is selected, which allows to increase the yield of this crop, its quality, as well as improve the agrochemical and microbiological parameters of the soil.
Keywords: spring wheat, biological preparation LPB, seed treatment, foliar treatment, productivity, nitrogen-transforming microorganisms, quality.

For citation: Rabinovich G. Yu., Smirnova Yu. D., Fomicheva N. V. Issledovanie razlichnykh tekhnologicheskikh priemov primeneniya biopreparata ZhFB na yarovoy pshenitse [Research of various technological methods of application of a biological preparation of LPB on spring wheat] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 20–26. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-20-26. (In Russian.)

Paper submitted: 25.03.2020.

References

1. Zyukin D. A. Otsenka ustoychivosti urozhaev zerna po razlichnym vidam v Rossii [Assesment of the sustainability of harvests of grain crops in Russia] // Azimuth of Scientific Researches: Economics and Management. 2018. Vol. 7. No. 4 (25). Pp. 113–115. (In Russian.)
2. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield Gaps in Wheat: Path to Enhancing Productivity // Frontiers in Plant Science. 2019. No. 10. P. 1603. DOI: 10.3389/fpls.2019.01603.

3. V 2019 godu valovoy sbor zerna vsekh vidov sostavit poryadka 120 mln tonn [e-resource] [In 2019, the gross grain harvest of all types will be about 120 million tons] // Newspaper "AgroNovosti" from 02.12.2019. URL: https://agro-bursa.ru/gazeta/obzor-rynka-zerna/2019/12/02/obzor-rynka-zerna-pshenicy-muki.html. (appeal date: 25.02.2020). (In Russian.)
4. Medvedeva A. Evropa: bol'shoy urozhay zerna i ochen' nizkie tseny [e-resource] [Europe: large grain harvest and very low prices] // Agropromyshlennyy portal AGROXXI. URL: https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/evropa-bolshoi-urozhai-zerna-i-ochen-nizkie-ceny.html (appeal date: 25.02.2020). (In Russian.)
5. Pro urozhay zernovykh 2019 (predvaritel'nye itogi) [e-resource] [About the grain harvest 2019 (preliminary results)] // AFTERSHOCK. URL: https://desktop.aftershock.news/?q=node/780594 (appeal date: 26.02.2020). (In Russian.)
6. Dyatlovskaya E. Dolya prodovol'stvennoy pshenitsy novogo urozhaya otsenivaetsya v 79 %. [e-resource] [The share of food wheat of the new crop is estimated at 79 %] // Agroinvestor. URL: https://www.agroinvestor.ru/markets/news/32233-dolya-prodovolstvennoy-pshenitsy-novogo-urozhaya-otsenivaetsya-v-79 (appeal date: 26.02.2020). (In Russian.)
7. Hassan T. U., Bano A. Role of carrier-based biofertilizer in reclamation of saline soil and wheat growth // Archives of Agronomy and Soil Science. 2015. No. 61 (12). Pp. 1719–1731. DOI:10.1080/03650340.2015.1036045.
8. Platonycheva Yu. N., Polyakova N. V., Volodina E. N. Izmenenie produktivnosti yarovoy pshenitsy i soderzhaniya elementov pitaniya v temno-seroy lesnoy pochve pri ispol'zovanii razlichnykh form udobreniy [Change in productivity of spring wheat and content of nutritional elements of dark grey forest soil at using of different forms of fertilizers] // Agrarian Science of the Euro-North-East.. 2015. No. 1 (44). Pp. 41–46. (In Russian.)
9. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The influence of biologies on productivity of agricultural crops] // Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2018. No. 3 (43). Pp. 18–22. (In Russian.)
10. Pashkova G. I., Kuzminykh A. N. Vliyanie rastvorov molochnoy syvorotki i stimulyatorov rosta na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy [The effect of the solutions of whey and growth stimulators on productivity and quality of spring wheat grain] // Agrarian Science of the Euro-North-East.. 2016. No. 2 (51). Pp. 9–14. (In Russian.)
11. Mel'nikova O. V., Mazhugo T. M. Vliyanie Terrafleksa i Al'bita na urozhaynost' i kachestvo zerna yarovoy pshenitsy [Influence of TerraFlex and Albite on the yield and quality of spring wheat grain] // Bulletin Brynsk State Agrarian University. 2015. No. 3-1. Pp. 6–10. (In Russian.)
12. Muravyev A. A. Zavisimost' urozhaynosti yarovoy pshenitsy ot obrabotki biopreparatom [Dependence of spring wheat yield on processing of drug] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2019. No. 3 (23). Pp. 142–147. (In Russian.)
13. Demina E. A., Kincharov A. I., Mullayanova O. S., Taranova T. Yu., Chekmasova K. Yu. Vliyanie sovremennykh preparatov dlya obrabotki semyan i mikroudobreniy na produktivnost' sortov myagkoy pshenitsy [Influence of modern preparation for seed treatment and microfertilizers on productivity of spring soft wheat varieties] // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol. 10-1 (37). Pp. 132–137. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11621. (In Russian.)
14. Ivanchenko T. V., Igolnikova I. S. Vliyanie regulyatorov rosta na produktivnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [The influence of growth regulators for productivity and quality of grain of winter wheat in the Lower Volga Region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. No. 1 (49). Pp. 101–108. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-02-101-108. (In Russian.)
15. Rabinovich G. Yu., Smirnova Yu. D., Vasil'eva E. A, Fomicheva N. V. Innovatsionnaya tekhnologiya dlya resheniya problem agroekologii [Innovative technology to solve the problems of agroecology] // Regional ecology. 2015. No. 6 (41). Pp. 7–15. (In Russian.)
16. Rabinovich G. Yu., Kovalev N. G., Smirnova Yu. D. Primenenie novykh bioudobreniy i biopreparatov pri vozdelyvanii yarovoy pshenitsy (*Triticum aestivum L.*) i kartofelya (*Solanum tuberosum L.*) [Application of new biofertilizers and biological products in the cultivation of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and potato (*Solanum tuberosum* L.)] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2015. Vol. 5. No. 50. Pp. 665–672. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.665rus. (In Russian.)
17. Rabinovich G. Yu., Smirnova Yu. D. Sovremennye biopreparaty v vozdelyvanii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Modern biologics in the cultivation of agricultural crops] // Innovatsionnye agro- i biotekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii na meliorirovannykh zemlyakh: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2016. Pp. 78–82. (In Russian.)
18. Babin D., Deubel A., Jacquiod S., Sorensen S. J., Geistlinger J., Grosch R., Smalla K. Impact of long-term agricultural management practices on soil prokaryotic communities // Soil Biology and Biochemistry. 2019. Vol. 129. Pp. 17–28. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.11.002.
19. Pishchik V. N., Vorobyev N. I., Moiseev K. G., Sviridova O. V., Surin V. G. Influence of *Bacillus subtilis* on the physiological state of wheat and the microbial of community of the soil under different rates of nitrogen fertilizers // Eurasian soil science. 2015. Vol. 48. No. 1. Pp. 77–84. DOI: 10.1134/S1064229315010135.

Authors' information:

Galina Yu. Rabinovich[1], doctor of biological sciences, professor, director of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – the branch of FRC "Soil Science Institute named after V. V. Dokuchaev", ORCID 0000-0002-5060-6241, AuthorID 111233, *+7 4822 37-85-44, vniimz@list.ru*
Yulia D. Smirnova[1], candidate of biological science, senior researcher department of biotechnology of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – the branch of FRC "Soil Science Institute named after V. V. Dokuchaev",
ORCID 0000-0003-2435-2089, AuthorID 605598, *+7 915 700-15-38, ulayad@yandex.ru*
Natalya V. Fomicheva[1], candidate of biological science, senior researcher department of biotechnology of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – the branch of FRC "Soil Science Institute named after V. V. Dokuchaev",
ORCID 0000-0002-2272-7767, AuthorID 605598, *+7 910 841-85-41, nvfomi@mail.ru*
[1] FRC "Soil Science Institute named after V. V. Dokuchaev"

УДК 633.11«324»:581.132:631.5
Код ВАК 06.01.01
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37

Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность

Е. О. Шестакова[1]✉, Ф. В. Ерошенко[1], И. Г. Сторчак[1], Л. Р. Оганян[1], И. В. Чернова[1]
[1] Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия
✉*E-mail: shestakova.e.o@yandex.ru*

Аннотация. Содержание хлорофилла – важнейший фактор, определяющий интенсивность фотосинтеза и общую биологическую продуктивность растений. Поэтому поиск механизмов, позволяющих управлять продукционным процессом, является важной задачей, решение которой позволит усовершенствовать технологические приемы выращивания сельскохозяйственных культур для получения высоких урожаев. **Цель исследования** – определить влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях и урожайность озимой пшеницы. **Методы.** Объектами исследований служили посевы озимой пшеницы различных сортов. Содержание хлорофилла определяли по методу Я. И. Милаевой и Н. П. Примак. Учет урожая проводили комбайновым методом. **Результаты.** Относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы: на паровом предшественнике в среднем на 9,4 % больше, чем на колосовом; применение минеральных удобрений по пару увеличило этот показатель на 38,0 %, по пшенице – на 14,0 %; на поздних сроках сева количество зеленых пигментов в растениях в среднем больше, чем на ранних и оптимальных, на 10,5 и 4,0 % соответственно; в более загущенных посевах содержание хлорофилла в растениях ниже, чем в изреженных (на 13,0 %). Абсолютное содержание хлорофилла (г/м^2) в растениях озимой пшеницы: по пару в среднем на 45,0 % больше, чем по колосовому; применение минеральных удобрений по пару увеличило этот показатель на 73,4 %, по озимой пшенице – на 76,8 %; количество зеленых пигментов в растениях на оптимальном сроке сева в среднем выше, чем на раннем (на 29,6 %) и позднем (на 15,2 %); при оптимальной норме высева накапливается большее количество хлорофилла, чем при минимальной (на 33,4 %) и максимальной (на 24,2 %). В среднем по всем технологиям возделывания сорт Стать содержит наибольшее количество хлорофилла в растениях, а Зустрич – наименьшее. Урожайность озимой пшеницы по предшественнику пар составила 4,9 т/га, по озимой пшенице – 3,3 т/га. Применение минеральных удобрений по пару увеличило этот показатель в среднем на 44,1 %, а по колосовому предшественнику – на 55,3 %. На оптимальном сроке сева была сформирована наибольшая урожайность, и в среднем по сортам она составила 5,1 т/га. Нормы высева не оказали доказуемых различий на урожайность озимой пшеницы. Наибольшая урожайность была получена у сорта Ставка по предшественнику пар на удобренном фоне – 7,5 т/га. **Научная новизна.** Выявлены особенности влияния различных предшественников, уровня минерального питания, сроков и норм высева на содержание хлорофилла в растениях и урожайность посевов озимой пшеницы новых сортов селекции Северо-Кавказского ФНАЦ. Определена корреляционная связь между относительным и абсолютным содержанием хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайностью для этих сортов в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Ключевые слова: элементы технологии возделывания, сорт, предшественник, уровень минерального питания, сроки сева, нормы высева, содержание хлорофилла, урожайность, озимая пшеница.

Для цитирования: Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В., Сторчак И. Г., Оганян Л. Р., Чернова И. В. Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 27–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37.

Дата поступления статьи: 09.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Содержание хлорофилла является важным показателем фотосинтетической продуктивности растений, характеризующей размеры ассимиляционного аппарата [1, с. 487], [2, с. 88], [3, с. 29]. Литературные данные свидетельствуют о том, что размер и продолжительность работы ассимиляционного аппарата играют важную роль в формировании урожая, при этом существенное значение имеет активность фотосинтетических процессов [4, с. 32;], [5, с. 9], [6, с. 199]. Поиск путей повышения фотосинтетической продуктивности и механизмов, позволяющих управлять продукционным процессом, является важной задачей, решение которой позволит усовершенствовать технологические приемы выращивания сельскохозяйственных культур с целью получения стабильно высоких урожаев [7, с. 218], [8, с. 24], [9, с. 2121]. Поэтому **целью нашей работы** было определить влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях и урожайность озимой пшеницы.

© E. O. Shestakova, F. V. Eroshenko, I. G. Storchak, L. R. Oganyan, I. V. Chernova, 2020

Методология и методы исследования (Methods)

Работа выполнялась с 2015 по 2018 годы на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в г. Михайловске Ставропольского края, расположенном в зоне неустойчивого увлажнения.

Годовая сумма осадков в 2015/2016 сельскохозяйственном году составила 636 мм, в 2016/2017 гг. – 656 мм, 2017/2018 гг. – 515 мм при среднемноголетней норме 553–636 мм. Температурный режим в 2015/2016 и 2017/2018 гг. был выше среднемноголетних значений на 2,3 °С и 1,9 °С соответственно, а в 2016/2017 г. он был близок к норме и составил 9,5 °С.

Объектом исследования являлись новые высокопродуктивные сорта озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказского ФНАЦ»: Зустрич (ст.), Арсенал, Ставка, Стать. Площадь опытных делянок – 25 м^2. Повторность – трехкратная. Предшественники: черный пар, озимая пшеница. Сроки сева: ранний (15–20 сентября), оптимальный (30 сентября – 5 октября), поздний (15–20 октября). Нормы высева: 4, 5, 6 млн/га. Фоны минерального питания: контроль (без удобрений) и удобренный ($N_{60}P_{60}K_{60}$ (нитроаммофоска) перед посевом и N_{30} (аммиачная селитра) ранней весной).

Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым. В слое 0–20 см по предшественнику черный пар содержание азота (по Грандваля – Ляжу) составляет 10,4 мг/кг, по озимой пшенице – 5,5 мг/кг; количество фосфора (по Мачигину) в почве составляет 31 и 23 мг/кг, а калия – 310 и 236 мг/кг на предшественниках пар и озимая пшеница соответственно.

Постановку полевого опыта выполняли по методике Б. А. Доспехова, содержание хлорофилла определяли в фазу колошения по методике, описанной в работах Ф. В. Ерошенко и Н. В. Дуденко [14, с. 351], [15, с. 119–132]. Хлорофилл извлекался из ткани органов; навески (25 мг); экстракция пигментов проводилась в сушильном шкафу при температуре +40 °С в течение 24 часов; оптическую плотность спиртовой вытяжки измеряли на спектрофотометре SPECOL-11 фирмы Carl Zeiss Jena. Для расчета концентрации пигментов пользовались системой уравнений Винтерманса и Де Мотса. Изучали содержание хлорофилла (*a* + *b*) в растениях (относительное – содержание в 1 г сухой биомассы органа растения) и посеве (абсолютное – содержание хлорофилла в органах растений на 1 м^2 посева).

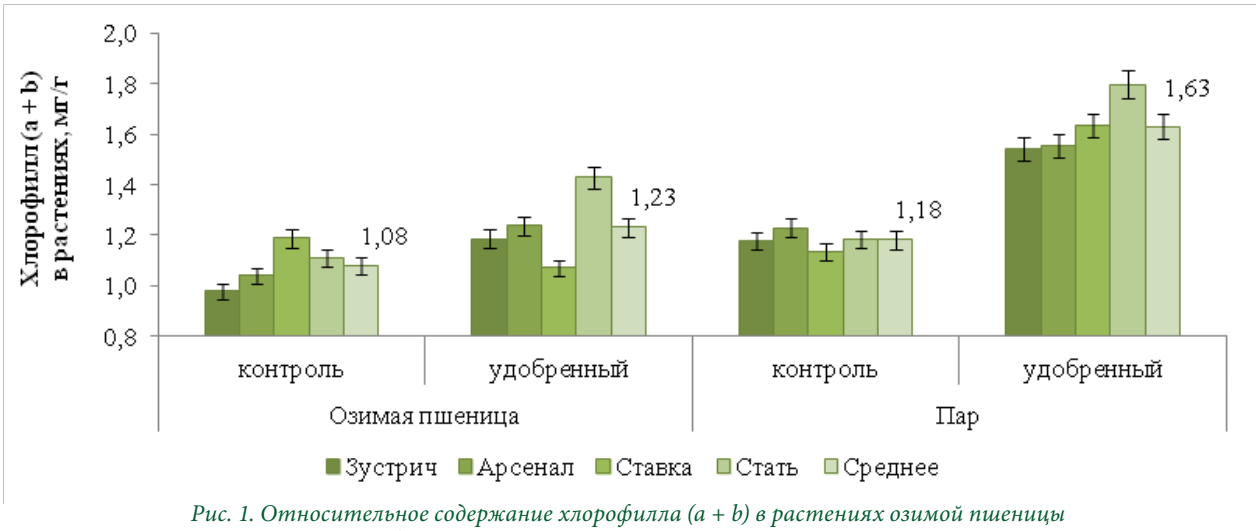


Рис. 1. Относительное содержание хлорофилла (a + b) в растениях озимой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня минерального питания (2015–2018 гг.), мг/г

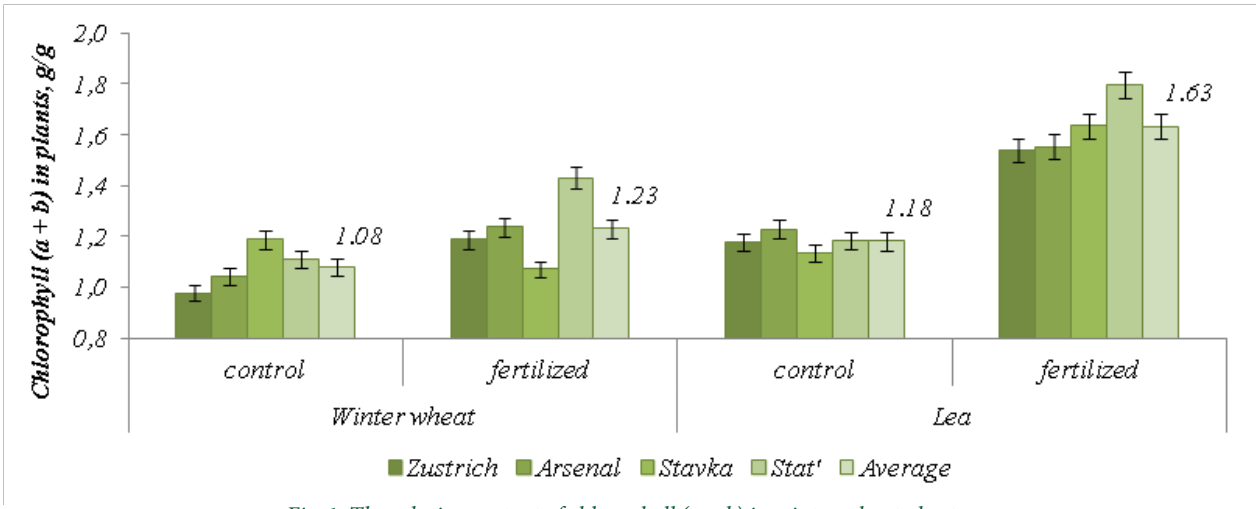


Fig. 1. The relative content of chlorophyll (a + b) in winter wheat plants, depending on the precursor and the level of mineral nutrition (2015–2018), mg/g

© Е. О. Шестакова, Ф. В. Ерошенко, И. Г. Сторчак, Л. Р. Оганян, И. В. Чернова, 2020

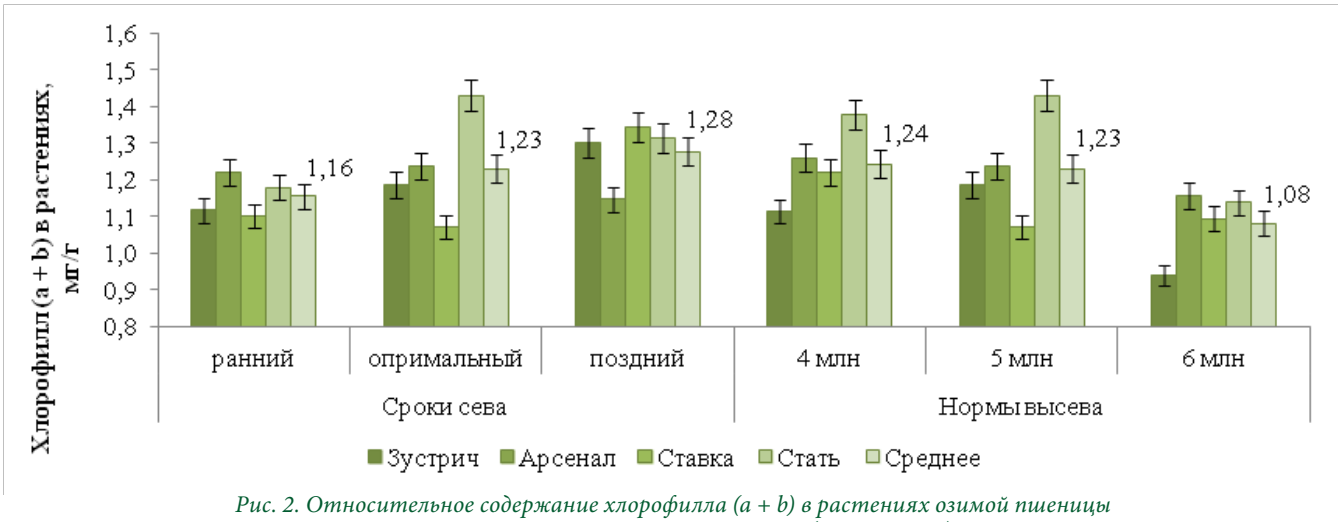


Рис. 2. Относительное содержание хлорофилла (a + b) в растениях озимой пшеницы в зависимости от сроков сева и норм высева (2015–2018 гг.), мг/г

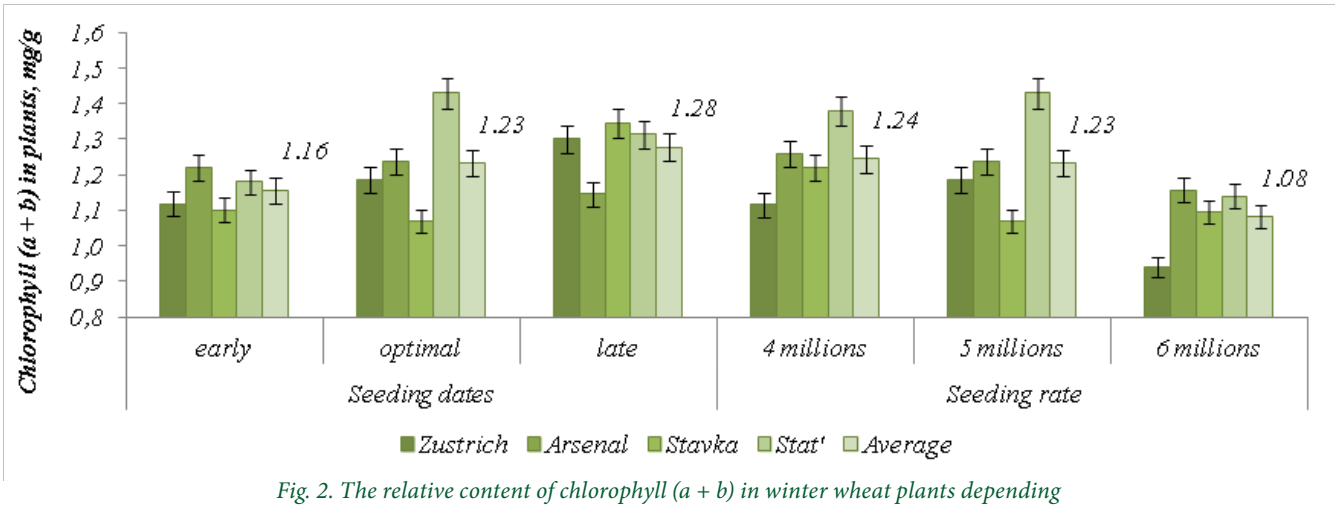


Fig. 2. The relative content of chlorophyll (a + b) in winter wheat plants depending on the timing of sowing and seeding rates (2015–2018), mg/g

Учет урожая проводили комбайновым методом (учетная площадь каждой делянки не менее 20 м^2).

Математическую обработку полученных данных проводили на персональном компьютере с помощью пакета программ Microsoft Office 2010.

Результаты (Results)

При изучении влияния предшественника и уровня минерального питания на особенности содержания хлорофилла в растениях озимой пшеницы было установлено, что в среднем за 2015–2018 гг. на удобренном фоне по предшественнику озимая пшеница отмечается увеличение относительного количества зеленых пигментов (мг/г) у сортов Зустрич, Арсенал и Стать по сравнению с неудобренным фоном на 21,3, 18,7 и 28,6 % соответственно (рис. 1). У сорта Ставка наблюдается противоположная закономерность, что связанно с «ростовым разбавлением», т. е. при применении минеральных удобрений у растений этого сорта в первую очередь происходит увеличение биомассы. По предшественнику пар на удобренном фоне наблюдается увеличение содержания хлорофилла у всех изучаемых сортов. Здесь максимальное значение относительного содержания хлорофилла в растениях отмечается у сорта Стать – 1,80 мг/г, что выше на 51,8 %, чем на контрольном варианте.

В среднем по сортам за годы исследований относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы по паровому предшественнику составило 1,18 мг/г, что на 9,4 % больше, чем по колосовому (рис. 1). Улучшение условий минерального питания по предшественнику пар способствовало увеличению содержания зеленых пигментов на 38,0 %, а по предшественнику озимая пшеница на 14,0 %.

Изучение влияния сроков сева на относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы показало, что в среднем по сортам этот показатель больше на позднем сроке сева, чем на раннем и оптимальном, на 10,5 и 4,0 % соответственно (рис. 2). Например, у сорта Зустрич на раннем сроке сева относительное содержание хлорофилла составляет 1,12 мг/г, а на позднем сроке – 1,30 мг/г, что больше на 16,3 %.

При изучении влияния норм высева на относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы было установлено, что в среднем по сортам при пониженной и оптимальной нормах высева этот показатель был равен 1,24 и 1,23 мг/г соответственно, что выше, чем при пониженной, на 14,9 % (рис. 2). Например, у сорта Ставка содержание хлорофилла при 4 млн/га составило 1,22 мг/г, а при 6 млн/га – на 11,5 % меньше. У сорта Стать максимальное содержание зеленых пигментов отмечено при 5 млн/га – 1,43 мг/г, что выше, чем при 6 млн, на 25,5 %.

Изучение влияния технологических приемов выращивания на относительное содержание хлорофилла (*a* + *b*) в органах растений озимой пшеницы показало, что в листьях наибольшие его количество отмечается у сорта Арсенал: на удобренном фоне по предшественнику озимая пшеница – 4,36 мг/г, на раннем и оптимальном сроках сева – 4,26 и 4,36 мг/г, а при нормах 4 и 5 млн/га – 4,49 и 4,36 мг/г соответственно (таблица 1). Наименьшее содержание хлорофилла в листьях по сравнению с другими сортами отмечается по паровому предшественнику на удобренном и контрольном вариантах – 4,13 и 4,73 мг/г соответственно. У сорта Зустрич максимум выявлен на контрольном варианте по предшественнику пар – 4,29 мг/г, минимум – на удобренном колосовом предшественнике – 3,16 мг/г,

Таблица 1

Относительное содержание хлорофилла (*a* + *b*) в органах растений озимой пшеницы в зависимости от различных элементов технологии возделывания (2015–2018 гг.), мг/г

Сорт	Предшественник				Сроки сева			Нормы высева		
	Озимая пшеница		Пар							
	Контроль	Удобренный	Контроль	Удобренный	Ранний	Оптимальный	Поздний	4 млн	5 млн	6 млн
Лист										
Зустрич	3,16	3,81	4,29	4,93	3,87	3,81	3,89	4,01	3,81	3,31
Арсенал	3,47	4,36	4,13	4,73	4,26	4,36	3,97	4,59	4,36	3,91
Ставка	3,27	3,74	4,23	5,07	3,85	3,74	4,62	3,97	3,74	3,82
Стать	3,62	4,23	4,21	5,43	3,46	4,23	4,32	4,44	4,23	4,03
Среднее	**3,38**	**4,04**	**4,21**	**5,04**	**3,86**	**4,04**	**4,20**	**4,25**	**4,04**	**3,77**
Стебель										
Зустрич	0,57	0,71	0,66	0,90	0,79	0,71	0,89	0,57	0,71	0,59
Арсенал	0,67	0,68	0,72	0,91	0,79	0,68	0,79	0,66	0,68	0,59
Ставка	0,65	0,62	0,71	0,96	0,73	0,62	0,91	0,69	0,62	0,61
Стать	0,73	0,99	0,77	1,21	0,78	0,99	0,83	0,80	0,99	0,70
Среднее	**0,66**	**0,75**	**0,71**	**0,99**	**0,77**	**0,75**	**0,86**	**0,68**	**0,75**	**0,62**
Колос										
Зустрич	0,75	0,80	0,88	0,94	0,70	0,80	0,82	0,62	0,80	0,64
Арсенал	0,66	0,64	0,80	0,86	0,63	0,64	0,76	0,56	0,64	0,61
Ставка	0,56	0,59	0,67	0,81	0,60	0,59	0,69	0,58	0,59	0,42
Стать	0,75	0,82	0,88	0,99	0,74	0,82	0,69	0,65	0,82	0,65
Среднее	**0,68**	**0,71**	**0,81**	**0,90**	**0,67**	**0,71**	**0,74**	**0,60**	**0,71**	**0,58**

Table 1

Relative chlorophyll (a + b) content in winter wheat plant organs depending on different elements of cultivation technology (2015–2018), mg/g

Variety	*Predecessor*				*Seeding dates*			*Seeding rate*		
	Winter wheat		*Lea*							
	Control	*Fertilized*	*Control*	*Fertilized*	*Early*	*Optimal*	*Late*	*4 mln*	*5 mln*	*6 mln*
Leaf										
Zustrich	*3.16*	*3.81*	*4.29*	*4.93*	*3.87*	*3.81*	*3.89*	*4.01*	*3.81*	*3.31*
Arsenal	*3.47*	*4.36*	*4.13*	*4.73*	*4.26*	*4.36*	*3.97*	*4.59*	*4.36*	*3.91*
Stavka	*3.27*	*3.74*	*4.23*	*5.07*	*3.85*	*3.74*	*4.62*	*3.97*	*3.74*	*3.82*
Stat'	*3.62*	*4.23*	*4.21*	*5.43*	*3.46*	*4.23*	*4.32*	*4.44*	*4.23*	*4.03*
Average	***3.38***	***4.04***	***4.21***	***5.04***	***3.86***	***4.04***	***4.20***	***4.25***	***4.04***	***3.77***
Stem										
Zustrich	*0.57*	*0.71*	*0.66*	*0.90*	*0.79*	*0.71*	*0.89*	*0.57*	*0.71*	*0.59*
Arsenal	*0.67*	*0.68*	*0.72*	*0.91*	*0.79*	*0.68*	*0.79*	*0.66*	*0.68*	*0.59*
Stavka	*0.65*	*0.62*	*0.71*	*0.96*	*0.73*	*0.62*	*0.91*	*0.69*	*0.62*	*0.61*
Stat'	*0.73*	*0.99*	*0.77*	*1.21*	*0.78*	*0.99*	*0.83*	*0.80*	*0.99*	*0.70*
Average	***0.66***	***0.75***	***0.71***	***0.99***	***0.77***	***0.75***	***0.86***	***0.68***	***0.75***	***0.62***
Ear										
Zustrich	*0.75*	*0.80*	*0.88*	*0.94*	*0.70*	*0.80*	*0.82*	*0.62*	*0.80*	*0.64*
Arsenal	*0.66*	*0.64*	*0.80*	*0.86*	*0.63*	*0.64*	*0.76*	*0.56*	*0.64*	*0.61*
Stavka	*0.56*	*0.59*	*0.67*	*0.81*	*0.60*	*0.59*	*0.69*	*0.58*	*0.59*	*0.42*
Stat'	*0.75*	*0.82*	*0.88*	*0.99*	*0.74*	*0.82*	*0.69*	*0.65*	*0.82*	*0.65*
Average	***0.68***	***0.71***	***0.81***	***0.90***	***0.67***	***0.71***	***0.74***	***0.60***	***0.71***	***0.58***

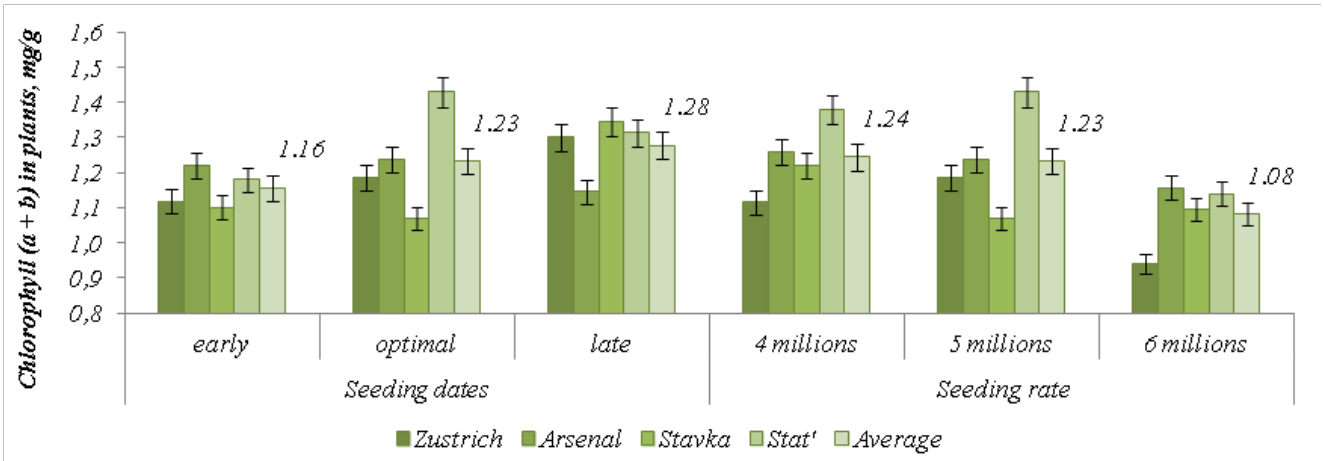


Рис. 3. Содержание хлорофилла (a + b) в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня минерального питания (2015–2018 гг.), г/м²

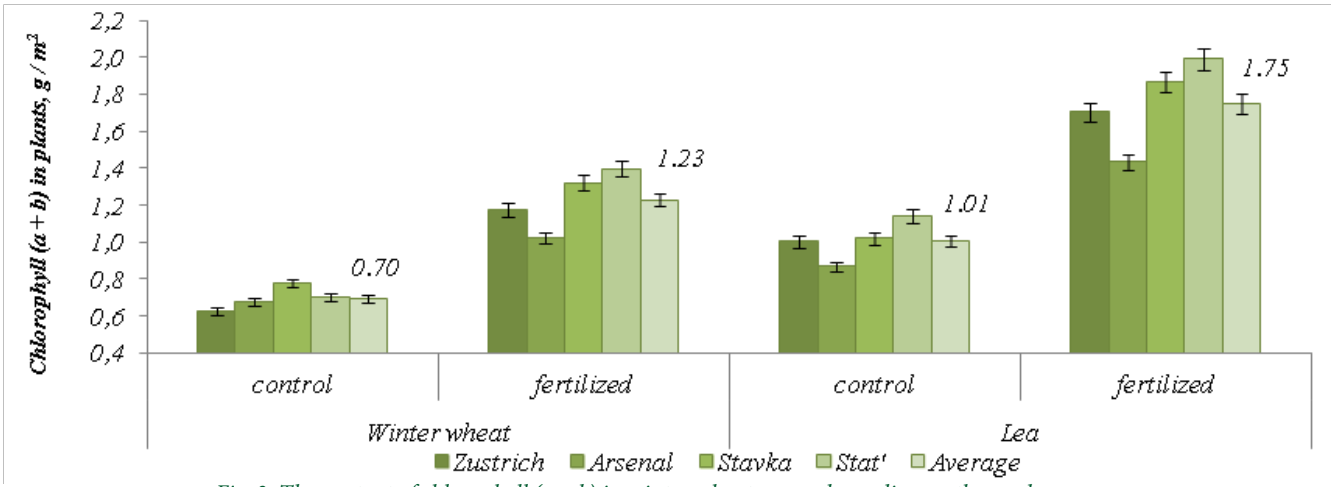


Fig. 3. The content of chlorophyll (a + b) in winter wheat crops, depending on the predecessor and the level of mineral nutrition (2015–2018), g/m²

а также при наибольшей норме высева (3,31 мг/г) и позднем сроке сева (3,89 мг/г). В стеблях и колосьях максимальные значения относительного содержания хлорофилла наблюдаются у сорта Стать по всем изученным элементам технологии возделывания, кроме позднего срока сева.

Нами было изучено влияние различных элементов технологии возделывания на абсолютное содержание хлорофилла (г/м²) в посевах озимой пшеницы. Так, в среднем по сортам за 2015–2018 гг. значение этого показателя по предшественнику пар составило 1,01 г/м², что на 45,0 % больше, чем по предшественнику озимая пшеница (рис. 3). Применение минеральных удобрений на колосовом предшественнике способствовало повышению абсолютного содержания хлорофилла в среднем по сортам на 76,8 %. Так, у сорта Стать отмечается его максимальное значение по сравнению с другими сортами по предшественнику озимая пшеница на удобренном варианте – 1,40 г/м², что больше, чем на контрольном варианте, на 99,5 %. Минимум на этом же варианте у сорта Арсенал – 1,02 г/м², что выше, чем на контроле, на 51,6 %. По предшественнику пар наблюдается такая же закономерность, как и по озимой пшенице: на удобренном фоне в среднем по всем сортам наблюдается увеличение содержания хлорофилла в посевах озимой пшеницы на 73,4 %. На этом варианте максимум также наблюдается у сорта Стать – 1,99 г/м², что больше, чем на контрольном варианте, на 74,3 %.

При изучении влияния сроков сева на абсолютное содержание хлорофилла в посевах озимой пшеницы установлено, что его значение при оптимальном сроке в среднем выше, чем при раннем и позднем, на 29,6 и 15,2 % соответственно (рис. 4).

Нами были выявлены сортовые особенности содержания зеленых пигментов на 1 м² в зависимости от разных сроков сева. Например, на раннем сроке сева у сорта Арсенал наблюдается максимальное их количество – 1,08 г/м², что больше, чем на оптимальном и позднем, на 5,2 и 47,4 % соответственно. На оптимальном и позднем сроках наибольшее содержание хлорофилла отмечаются у сортов Ставка и Стать.

Изучение влияния норм высева на абсолютное содержание хлорофилла в посевах показало, что его наибольшее количество накапливается при оптимальной норме и составляет в среднем по сортам – 1,23 г/м², что больше чем при минимальной и максимальной норме на 33,4 и 24,2 % соответственно (рис. 4). Так, у сорта Стать максимум содержания хлорофилла наблюдается при 5 млн всхожих семян на гектар – 1,40 г/м², что выше, чем при 4 и 6 млн, на 40,7 и 18,0 % соответственно.

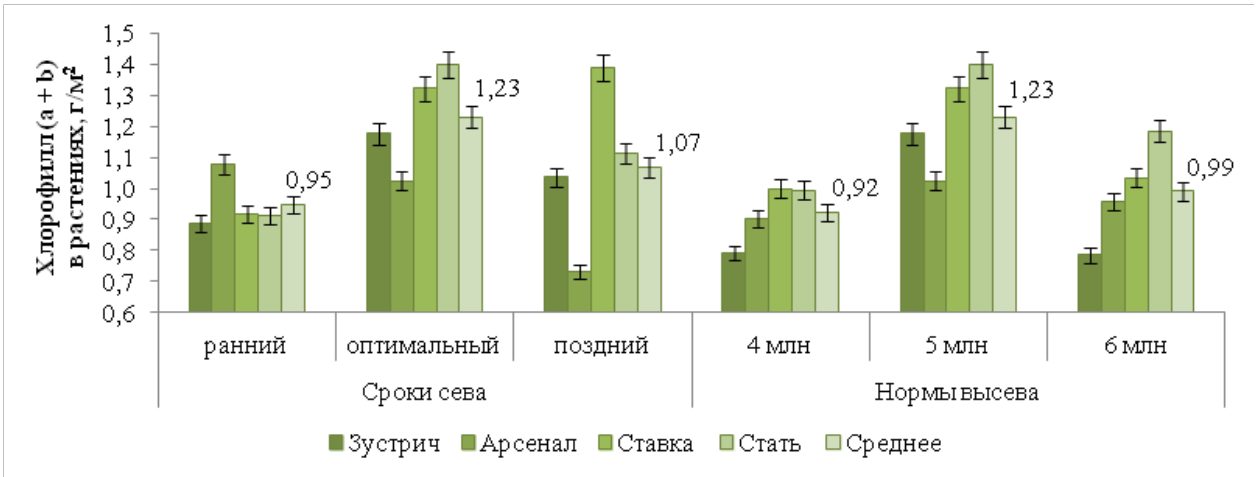


Рис. 4. Содержание хлорофилла (a + b) в посевах озимой пшеницы в зависимости от сроков сева и норм высева (2015–2018 гг.), г/м²

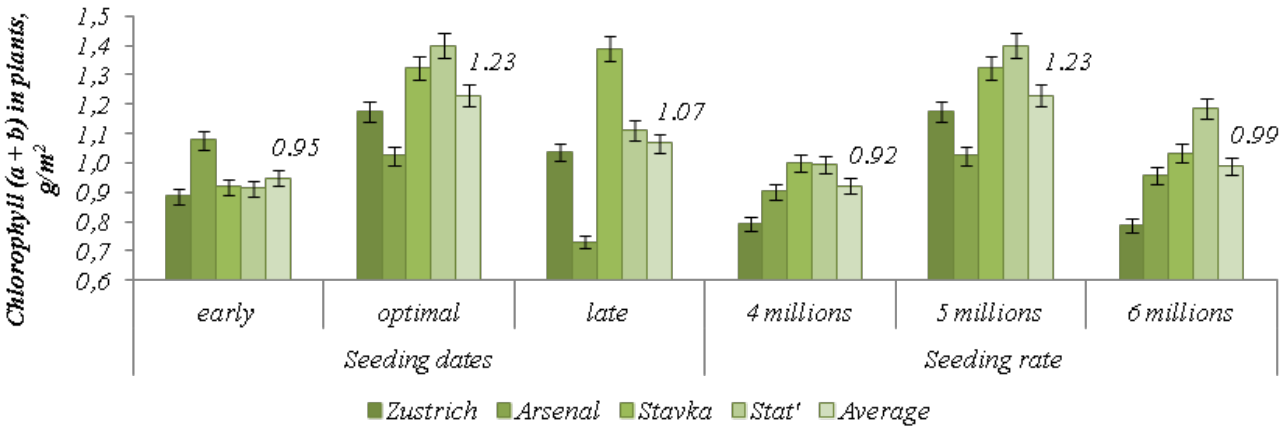


Fig. 4. Chlorophyll content (a + b) in winter wheat crops depending on sowing dates and seeding rates (2015–2018), g/m²

Данные по изучению влияния технологических приемов выращивания на количество зеленых пигментов на 1 м² посева в органах растений озимой пшеницы показали, что у сорта Ставка в листьях наблюдаются наибольшие значения содержания хлорофилла по всем технологиям возделывания, кроме раннего срока сева и пониженной нормы высева, здесь максимум отмечен у сортов Арсенал (0,51 г/м²) и Стать (0,63 г/м²) соответственно (таблица 2). Минимум абсолютного содержания хлорофилла в листьях наблюдается у сорта Зустрич по колосовому предшественнику на удобренном (0,29 г/м²) и контрольном (0,56 г/м²) вариантах, раннем (0,36 г/м²) и оптимальном (0,56 г/м²) сроках сева и по всем нормам высева (4, 5 и 6 млн/га – 0,43, 0,56 и 0,33 г/м² соответственно). В стеблях наибольшие значения отмечены у сорта Стать по всем изученным технологическим приемам возделывания, кроме раннего и позднего сроков сева. В колосьях максимальные значения этого показателя по всем вариантам получены у сорта Зустрич, кроме нормы в 4 млн всхожих семян на 1 га: здесь отмечается минимум по сравнению с другими сортами (0,10 г/м²).

Результатом фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы является урожайность (таблица 3). Так, за 2015–2018 гг. в среднем по сортам урожайность озимой пшеницы на предшественнике пар составила 4,9 т/га, а на предшественнике озимая пшеница – 3,3 т/га. Применение минеральных удобрений по паровому предшественнику способствовало увеличению урожайности в среднем на 44,1 %, по колосовому – на 55,3 %.

В наших опытах выявлены сортовые закономерности формирования урожая в зависимости от предшественника и фона минерального питания. Так, наибольшая урожайность по предшественнику пар на удобренном фоне отмечена у сорта Ставка (7,5 т/га), на контрольном варианте – у сорта Арсенал (5,3 т/га). По предшественнику озимая пшеница на удобренном фоне максимальная урожайность была сформирована также у сорта Арсенал (5,3 т/га), а на контрольном варианте – у сортов Зустрич (3,4 т/га).

Изучение влияния сроков сева на урожайность озимой пшеницы показало, что в среднем за годы исследований наибольшая урожайность была сформирована на оптимальном сроке, и в среднем по сортам она составила 5,1 т/га, что больше, чем на раннем и позднем, на 5,3 и 9,1 % соответственно. Максимальные различия по урожайности на различных сроках сева наблюдались у сорта Зустрич. Так, при оптимальном сроке сева была сформирована наибольшая урожайность – 4,9 т/га, что больше, чем на раннем и позднем сроках, на 11,6 и 19,1 % соответственно. Минимальные отличия по урожайности на различных сроках сева отмечались у сорта Стать.

Исследования показали, что в среднем по сортам за годы исследований нормы высева 4, 5 и 6 млн всхожих

Таблица 2

Абсолютное содержание хлорофилла (*a* + *b*) в органах растений озимой пшеницы в зависимости от различных элементов технологии возделывания (2015–2018 гг.), г/м²

Сорт	Предшественник				Сроки сева			Нормы высева		
	Озимая пшеница		Пар							
	Контроль	Удобренный	Контроль	Удобренный	Ранний	Оптимальный	Поздний	4 млн	5 млн	6 млн
Лист										
Зустрич	0,29	0,56	0,46	0,87	0,36	0,56	0,46	0,43	0,56	0,33
Арсенал	0,30	0,56	0,42	0,75	0,51	0,56	0,29	0,56	0,56	0,50
Ставка	0,42	0,67	0,49	1,02	0,42	0,67	0,61	0,56	0,67	0,56
Стать	0,29	0,61	0,49	0,93	0,39	0,61	0,54	0,63	0,61	0,47
Среднее	**0,32**	**0,60**	**0,46**	**0,89**	**0,42**	**0,60**	**0,47**	**0,54**	**0,60**	**0,46**
Стебель										
Зустрич	0,22	0,44	0,36	0,60	0,38	0,44	0,42	0,26	0,44	0,34
Арсенал	0,29	0,35	0,34	0,49	0,44	0,35	0,32	0,29	0,35	0,30
Ставка	0,27	0,50	0,43	0,70	0,39	0,50	0,65	0,33	0,50	0,37
Стать	0,32	0,62	0,50	0,85	0,39	0,62	0,45	0,43	0,62	0,41
Среднее	**0,27**	**0,48**	**0,41**	**0,66**	**0,40**	**0,48**	**0,46**	**0,33**	**0,48**	**0,36**
Колос										
Зустрич	0,12	0,18	0,18	0,24	0,15	0,18	0,16	0,10	0,18	0,12
Арсенал	0,09	0,12	0,11	0,19	0,13	0,12	0,12	0,11	0,12	0,10
Ставка	0,09	0,15	0,09	0,15	0,11	0,15	0,13	0,15	0,15	0,07
Стать	0,09	0,17	0,15	0,21	0,13	0,17	0,13	0,12	0,17	0,12
Среднее	**0,10**	**0,15**	**0,14**	**0,20**	**0,13**	**0,15**	**0,13**	**0,12**	**0,15**	**0,10**

Table 2

Absolute chlorophyll (a + b) content in winter wheat plant organs depending on different elements of cultivation technology (2015–2018), g/m²

Variety	*Predecessor*				*Seeding dates*			*Seeding rate*		
	Winter wheat		*Lea*							
	Control	*Fertilized*	*Control*	*Fertilized*	*Early*	*Optimal*	*Late*	*4 mln*	*5 mln*	*6 mln*
Leaf										
Zustrich	*0.29*	*0.56*	*0.46*	*0.87*	*0.36*	*0.56*	*0.46*	*0.43*	*0.56*	*0.33*
Arsenal	*0.30*	*0.56*	*0.42*	*0.75*	*0.51*	*0.56*	*0.29*	*0.56*	*0.56*	*0.50*
Stavka	*0.42*	*0.67*	*0.49*	*1.02*	*0.42*	*0.67*	*0.61*	*0.56*	*0.67*	*0.56*
Stat'	*0.29*	*0.61*	*0.49*	*0.93*	*0.39*	*0.61*	*0.54*	*0.63*	*0.61*	*0.47*
Average	***0.32***	***0.60***	***0.46***	***0.89***	***0.42***	***0.60***	***0.47***	***0.54***	***0.60***	***0.46***
Stem										
Zustrich	*0.22*	*0.44*	*0.36*	*0.60*	*0.38*	*0.44*	*0.42*	*0.26*	*0.44*	*0.34*
Arsenal	*0.29*	*0.35*	*0.34*	*0.49*	*0.44*	*0.35*	*0.32*	*0.29*	*0.35*	*0.30*
Stavka	*0.27*	*0.50*	*0.43*	*0.70*	*0.39*	*0.50*	*0.65*	*0.33*	*0.50*	*0.37*
Stat'	*0.32*	*0.62*	*0.50*	*0.85*	*0.39*	*0.62*	*0.45*	*0.43*	*0.62*	*0.41*
Average	***0.27***	***0.48***	***0.41***	***0.66***	***0.40***	***0.48***	***0.46***	***0.33***	***0.48***	***0.36***
Ear										
Zustrich	*0.12*	*0.18*	*0.18*	*0.24*	*0.15*	*0.18*	*0.16*	*0.10*	*0.18*	*0.12*
Arsenal	*0.09*	*0.12*	*0.11*	*0.19*	*0.13*	*0.12*	*0.12*	*0.11*	*0.12*	*0.10*
Stavka	*0.09*	*0.15*	*0.09*	*0.15*	*0.11*	*0.15*	*0.13*	*0.15*	*0.15*	*0.07*
Stat'	*0.09*	*0.17*	*0.15*	*0.21*	*0.13*	*0.17*	*0.13*	*0.12*	*0.17*	*0.12*
Average	***0.10***	***0.15***	***0.14***	***0.20***	***0.13***	***0.15***	***0.13***	***0.12***	***0.15***	***0.10***

семян на 1 га не оказали доказуемых различий на урожайность озимой пшеницы. Однако можно отметить особенности формирования урожая у сорта Арсенал. Так, максимальная урожайность (5,7 т/га) была получена на варианте с нормой высева 4 млн всхожих семян на гектар, что выше, чем при 5 и 6 млн, на 7,8 и 4,0 % соответственно. У остальных испытуемых сортов существенных различий в урожайности при разных нормах высева не отмечалось.

На основе полученных данных, была установлена корреляционная связь между содержанием хлорофилла в растениях (мг/г) и посевах (г/м²) озимой пшеницы с урожайностью. Так, в среднем за годы исследований эти значения составили 0,62 и 0,72. Таким образом, в наших опытах была выявлена связь между содержанием хлорофилла и урожайностью озимой пшеницы.

Таблица 3

Урожайность озимой пшеницы различных сортов селекции Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра (2015–2018 гг.), т/га

Сорт	Предшественник				Сроки сева			Нормы высева		
	Озимая пшеница		Пар							
	Контроль	Удобренный	Контроль	Удобренный	Ранний	Оптимальный	Поздний	4 млн	5 млн	6 млн
Зустрич	3,4	4,9	4,7	6,9	4,4	4,9	4,1	5,3	5,2	5,3
Арсенал	3,3	5,3	5,3	7,1	5,3	5,3	4,9	5,7	5,3	5,5
Ставка	3,2	5,2	5,1	7,5	4,7	5,2	4,9	5,2	5,2	5,1
Стать	3,1	4,8	4,7	7,0	4,8	4,8	4,6	4,7	4,8	4,8
Среднее	**3,3**	**5,1**	**4,9**	**7,1**	**4,8**	**5,1**	**4,6**	**5,2**	**5,1**	**5,2**
$НСР_{0,05}$	*1,7*	*2,3*	*2,6*	*3,4*	*2,2*	*2,3*	*2,1*	*2,3*	*2,3*	*2,3*

Table 3

Productivity of winter wheat of various varieties of selection of North Caucasian federal scientific agrarian center (2015–2018), t/ha

Variety	*Predecessor*				*Seeding dates*			*Seeding rate*		
	Winter wheat		*Lea*							
	Control	*Fertilized*	*Control*	*Fertilized*	*Early*	*Optimal*	*Late*	*4 mln*	*5 mln*	*6 mln*
Leaf										
Zustrich	*3.4*	*4.9*	*4.7*	*6.9*	*4.4*	*4.9*	*4.1*	*5.3*	*5.2*	*5.3*
Arsenal	*3.3*	*5.3*	*5.3*	*7.1*	*5.3*	*5.3*	*4.9*	*5.7*	*5.3*	*5.5*
Stavka	*3.2*	*5.2*	*5.1*	*7.5*	*4.7*	*5.2*	*4.9*	*5.2*	*5.2*	*5.1*
Stat'	*3.1*	*4.8*	*4.7*	*7.0*	*4.8*	*4.8*	*4.6*	*4.7*	*4.8*	*4.8*
Average	***3.3***	***5.1***	***4.9***	***7.1***	***4.8***	***5.1***	***4.6***	***5.2***	***5.1***	***5.2***
$NDP_{0,05}$	*1.7*	*2.3*	*2.6*	*3.4*	*2.2*	*2.3*	*2.1*	*2.3*	*2.3*	*2.3*

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Относительное содержание хлорофилла (мг/г) в растениях озимой пшеницы на паровом предшественнике в среднем на 9,4 % больше, чем на колосовом. Улучшение условий минерального питания на предшественнике пар способствует увеличению этого показателя на 38,0 %, а на предшественнике озимая пшеница – на 14,0 %. Количество зеленых пигментов в растениях на поздних сроках сева в среднем больше, чем на ранних и оптимальных, на 10,5 и 4,0 % соответственно. В более загущенных посевах содержание хлорофилла в растениях ниже, чем в изреженных (на 13,0 %). В среднем по всем технологиям возделывания сорт Стать характеризуется наибольшим количеством хлорофилла в растениях (1,34 мг/г), а Зустрич – наименьшим (1,17 мг/г).

2. Абсолютное содержание хлорофилла (г/м^2) в растениях озимой пшеницы на предшественнике пар в среднем на 45,0 % больше, чем на предшественнике озимая пшеница. Улучшение условий минерального питания по паровому предшественнику способствует увеличению этого показателя на 73,4 %, а по колосовому – на 76,8 %. Количество зеленых пигментов в растениях на оптимальном сроке сева в среднем выше, чем на раннем и позднем, на 29,6 и 15,2 % соответственно. При оптимальной норме высева в среднем по сортам накапливается большее количество хлорофилла, чем при минимальной и максимальной, на 33,4 и 24,2 % соответственно. В среднем по всем изученным технологическим приемам возделывания сорт Стать характеризуется наибольшим количеством хлорофилла в растениях в колошение (1,22 г/м^2), а Зустрич – наименьшим (0,79 г/м^2).

3. Урожайность озимой пшеницы по предшественнику пар составила 4,9 т/га, а по озимой пшенице – 3,3 т/га. Применение минеральных удобрений по паровому предшественнику увеличило этот показатель на 44,1 %, по колосовому – на 55,3 %. Наибольшая урожайность была сформирована у сорта Ставка по предшественнику пар на удобренном фоне – 7,5 т/га. На оптимальном сроке сева в среднем по сортам урожайность составила 5,1 т/га, что больше, чем на раннем и позднем, на 5,3 и 9,1 % соответственно. Нормы высева 4, 5 и 6 млн всхожих семян на гектар не оказали доказуемых различий на урожайность озимой пшеницы.

4. Корреляционная связь между значениями содержания хлорофилла в растениях (мг/г) и посевах (г/м^2) озимой пшеницы с урожайностью составила 0,62 и 0,72.

Библиографический список

1. Шестакова Е. О., Оганян Л. Р., Чернова И. В., Бильдиева Е. А. Влияние сорта, предшественника, уровня минерального питания, сроков и норм высева на относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы // Новости науки в АПК. 2019. № 3 (12). С. 487–490.

2. Зборовская О. В., Прядкина Г. А., Оксем В. П. Зависимость хлорофиллного индекса посевов высокопродуктивных сортов озимой пшеницы от условий выращивания и его связь с продуктивностью // Земледелие и селекция в Беларуси. 2016. № 52. С. 88–95.

3. Лиховидова В. А., Ионова Е. В., Газе В. Л., Марченко Д. М. Засухоустойчивость образцов озимой мягкой пшеницы в начальную фазу органогенеза и изменение площади листьев и содержания хлорофилла растений в условиях водного стресса // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5 (59). С. 29–31.
4. Прядкина Г. А., Стасик О. О., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Связь между величиной хлорофиллного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (Triticum aestivum L.) при повышенных температурах // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49. № 5. С. 88–95.
5. Рашидов К. А., Муминджонов Х. А., Джаборов Т. Д., Шарипов Н. С. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза посевов пшеницы в зависимости от технологии выращивания // Кишоварз. 2015. № 1. С. 9–11.
6. Хашагульгов У. А., Хашагульгова М. А., Гетоков О. О., Кашукоев М. В. Фотосинтетическая деятельность и элементы продуктивности озимой пшеницы в зависимости от предшественников // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 69. С. 199–206.
7. Амелин А. В., Чекалин Е. И., Заикин В. В., Кулешова И. В., Мазалов В. И., Сагин А. В. Генотипические особенности проявления фотоактивности листьями озимой пшеницы // Успехи современного естествознания. 2018. № 11. С. 18–23.
8. Sid'ko A. F., Botvich I. Yu., Pis'man T. I., Shevyrnogov A. P. Estimation of chlorophyll content and yield of wheat crops from reflectance spectra obtained by ground-based remote measurements // Field Crops Research. 2017. T. 207. Pp. 24–29. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.10.023.
9. Eroshenko F. V., Simatin T. V., Godunova E. I., Dridiger V. K., Storchak I. G. Using physiologically active substances into the technology for winter wheat cultivation in the zone of unstable moistening of the Stavropol region // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. T. 9. No. 5. Pp. 2121–2128. DOI: 10.25930/gwmr-ad54.
10. Лупян Е. А., Барталев С. А., Крашенинникова Ю. С., Плотников Д. Е., Толпин В. А., Уваров И. А. Анализ развития озимых культур в южных регионах Европейской части России весной 2018 года на основе данных дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 1. С. 266–271. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-266-271.
11. Сидько А. Ф., Ботвич И. Ю., Письман Т. И., Шевырногов А. П. Оценка содержания хлорофилла и урожайности зерновых культур по хлорофилльному потенциалу // Биофизика. 2017. Т. 62. № 3. С. 565–569.
12. Подлесных Н. В. Фотосинтетическая деятельность посевов разных видов озимой пшеницы в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (49). С. 19–30.
13. Прядкина Г. А. Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы // Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14. № 1. С. 97–108.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд. перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб., 1985. М.: Альянс, 2014. 351 с.
15. Ерошенко Ф. В., Дуденко Н. В. Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений // Бюллетень СНИИСХ. 2016. № 8. С. 119–132.

Об авторах:
Елена Олеговна Шестакова[1], аспирант отдела физиологии растений, ORCID 0000-0001-5764-0576, AuthorID 917940; *+7 988 858-18-85, shestakova.e.o@yandex.ru*
Федор Владимирович Ерошенко[1], доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений, ORCID 0000-0003-0238-3861, AuthorID 319650; *+7 962 454-14-96, yer-sniish@mail.ru*
Ирина Геннадьевна Сторчак[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии растений, ORCID 000-0001-8741-6882, AuthorID 760778; *+7 918 747-02-56, sniish.storchak@gmail.com*
Лусине Робертовна Оганян[1], аспирант отдела физиологии растений, ORCID 0000-0002-0019-8956, AuthorID 744093; *+7 906 498-83-88, oganyan@inbox.ru*
Ирина Владимировна Чернова[1], кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории оценки экологического состояния агроценозов, ORCID 0000-0001-7438-6880, AuthorID 744093; *+7 918 885-79-37, chernova_skfu@mail.ru*
[1] Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield

E. O. Shestakova[1]✉, F. V. Eroshenko[1], I. G. Storchak[1], L. R. Oganyan[1], I. V. Chernova[1]
[1] North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia
✉*E-mail: shestakova.e.o@yandex.ru*

Abstract. The chlorophyll content is the most important factor that determines the intensity of photosynthesis and the overall biological productivity of plants. Therefore, the search for mechanisms that allow you to manage the production process is an

important task, the solution of which will allow you to improve the technological methods of growing crops to obtain high yields. **The purpose** of the study is to determine the influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in plants and the yield of winter wheat. **Methods.** The objects of research were winter wheat crops of various varieties. The chlorophyll content was determined by the method of Ya. I. Milaeva and N. P. Primak. Crop accounting was performed using the combine method. **Results.** The relative chlorophyll content in winter wheat plants: lea predecessor on average 9,4 % higher than for cereals; the use of mineral fertilizers in a few increased this figure by 38,0 %, wheat – 14,0 %; in the later sowing time the amount of green pigments in plants on average more than early and optimum of 10,5 and 4,0 %, respectively; in more thickened crops, the chlorophyll content in plants is lower than in sparse ones (by 13,0 %). The absolute chlorophyll content (g/m^2) in winter wheat plants: in a few in an average of 45,0 % higher than for cereals; the use of mineral fertilizers in a few increased this figure at 73,4 %, for winter wheat – 76,8 %; number of green pigments in plants at the optimum sowing time is on average higher than in the early (29,6 %) and late (15,2 %); at the optimal seeding rate accumulates more chlorophyll than the minimum (by 33,4 %) and the maximum (24,2 %). On average, for all cultivation technologies, the variety Stat' contains the largest amount of chlorophyll in plants, and Zustrich – the smallest. The yield of winter wheat for the lea precursor was 4,9 t/ha, for winter wheat – 3,3 t/ha. Use of mineral fertilizers on couple increased this indicator on average by 44,1 %, and on the cereal predecessor – by 55,3 %. At the optimal time of sowing, the highest yield was formed, and on average it was 5,1 t/ha for varieties. seeding Rates did not have provable differences on the yield of winter wheat. The highest yield was obtained in the Rate variety on the predecessor of pairs on a fertilized background – 7,5 t/ha. **Scientific novelty.** The features of the influence of various precursors, the level of mineral nutrition, timing and seeding rates on the content of chlorophyll in plants and the yield of winter wheat crops of new varieties of selection of the North Caucasian FSAC were revealed. The correlation between the relative and absolute content of chlorophyll in winter wheat plants and its yield for these varieties in the zone of unstable moisture in the Stavropol territory was determined.

Keywords: elements of cultivation technology, variety, precursor, level of mineral nutrition, sowing time, seeding rates, chlorophyll content, yield, winter wheat.

For citation: Shestakova E. O., Eroshenko F. V., Storchak I. G., Ohanyan L. R., Chernova I. V. Vliyanie razlichnykh elementov tekhnologii vozdelyvaniya na soderzhanie khlorofilla v rasteniyakh ozimoy pshenitsy i ee urozhaynost' [Influence of various elements of cultivation technology on the chlorophyll content in winter wheat plants and its yield] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 27–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-27-37. (In Russian.)

Paper submitted: 09.12.2020.

References

1. Shestakova E. O., Oganyan L. R., Chernova I. V., Bil'dieva E. A. Vliyanie sorta, predshestvennika, urovnya mineral'nogo pitaniya, srokov i norm vyseva na otnositel'noe soderzhanie khlorofilla v rasteniyakh ozimoy pshenitsy [Effect of variety, precursor, level of mineral nutrition, timing and seeding rates on the relative content of chlorophyll in winter wheat plants] // Novosti nauki v APK. 2019. No. 3 (12). Pp. 487–490. (In Russian.)
2. Zborovskaya O. V., Pryadkina G. A., Oksem V. P. Zavisimost' khlorofill'nogo indeksa posevov vysokoproduktivnykh sortov ozimoy pshenitsy ot usloviy vyrashchivaniya i ego svyaz' s produktivnost'yu [The dependence of the chlorophyll index of crops of highly productive varieties of winter wheat on growing conditions and its relationship with productivity] // Zemledelie i selektsiya v Belarusi. 2016. No. 52. Pp. 88–95. (In Russian.)
3. Likhovidova V. A., Ionova E. V., Gaze V. L., Marchenko D. M. Zasukhoustoychivost' obraztsov ozimoy myagkoy pshenitsy v nachal'nuyu fazu organogeneza i izmenenie ploshchadi list'ev i soderzhaniya khlorofilla rasteniy v usloviyakh vodnogo stressa [Drought tolerance of winter soft wheat samples in the initial phase of organogenesis and changes in leaf area and plant chlorophyll content under water stress] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 5 (59). Pp. 29–31. (In Russian.)
4. Pryadkina G. A., Stasik O. O., Mikhal'skaya L. N., Shvartau V. V. Svyaz' mezhdu velichinoy khlorofill'nogo fotosinteticheskogo potentsiala i urozhaynost'yu ozimoy pshenitsy (Triticum aestivum L.) pri povyshennykh temperaturakh [The relationship between the value of chlorophyll photosynthetic potential and the yield of winter wheat (Triticum aestivum L.) at elevated temperatures] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2014. T. 49. No. 5. Pp. 88–95. (In Russian.)
5. Rashidov K. A., Mumindzhonov Kh. A., Dzhaborov T. D., Sharipov N. S. Fotosinteticheskiy potentsial i chistaya produktivnost' fotosinteza posevov pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vyrashchivaniya [Photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis of wheat crops depending on growing technology] // Kishovarz. 2015. No. 1. Pp. 9–11. (In Russian.)
6. Khashagul'gov U. A., Khashagul'gova M. A., Getokov O. O., Kashukoev M. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' i elementy produktivnosti ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov [Photosynthetic activity and productivity elements of winter wheat depending on predecessors] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 69. Pp. 199–206. (In Russian.)
7. Amelin A. V., Chekalin E. I., Zaikin V. V., Kuleshova I. V., Mazalov V. I., Sagin A. V. Genotipicheskie osobennosti proyavleniya fotoaktivnosti list'yami ozimoy pshenitsy [Genotypic features of the manifestation of photoactivity by winter wheat leaves] // Advances in Current Natural Sciences. 2018. No. 11. Pp. 18–23. (In Russian.)

8. Sid'ko A. F., Botvich I. Yu., Pis'man T. I., Shevyrnogov A. P. Estimation of chlorophyll content and yield of wheat crops from reflectance spectra obtained by ground-based remote measurements // Field Crops Research. 2017. T. 207. Pp. 24–29. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.10.023.
9. Eroshenko F. V., Simatin T. V., Godunova E. I., Dridiger V. K., Storchak I. G. Using physiologically active substances into the technology for winter wheat cultivation in the zone of unstable moistening of the Stavropol region // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. T. 9. No. 5. Pp. 2121–2128. DOI: 10.25930/gwmr-ad54.
10. Lupyan E. A., Bartalev S. A., Krasheninnikova Yu. S., Plotnikov D. E., Tolpin V. A., Uvarov I. A. Analiz razvitiya ozimykh kul'tur v yuzhnykh regionakh Evropeyskoy chasti Rossii vesnoy 2018 goda na osnove dannykh distantsionnogo monitoringa [Analysis of the development of winter crops in the southern regions of the European part of Russia in the spring of 2018 based on remote monitoring data] // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2019. T. 16. No. 1. Pp. 266–271. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-266-271. (In Russian.)
11. Sid'ko A. F., Botvich I. Yu., Pis'man T. I., Shevyrnogov A. P. Otsenka soderzhaniya khlorofilla i urozhaynosti zernovykh kul'tur po khlorofill'nomu potentsialu [Estimation of chlorophyll content and grain yield by chlorophyll potential] // Biophysics. 2017. T. 62. No. 3. Pp. 565–569. (In Russian.)
12. Podlesnykh N. V. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' posevov raznykh vidov ozimoy pshenitsy v usloviyakh lesostepi Tsentral'nogo Chernozem'ya [Photosynthetic activity of crops of different types of winter wheat in the forest-steppe of the Central Black Earth Region] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2016. No. 2 (49). Pp. 19–30. (In Russian.)
13. Pryadkina G. A. Pigmenty, effektivnost' fotosinteza i produktivnost' pshenitsy [Pigments, photosynthesis efficiency and wheat productivity] // Plant Varieties Studying and Protection. 2018. T. 14. No. 1. Pp. 97–108. (In Russian.)
14. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy [[Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results): textbook for higher agricultural educational institutions]. Stereotyped edition, reprinted from the 5th edition, supplemented and revised, 1985. M.: Al'yans, 2014. 351 p. (In Russian.)
15. Eroshenko F. V., Dudenko N. V. Osnovnye pokazateli fotosinteticheskoy produktivnosti rasteniy [Key indicators of photosynthetic plant productivity] // Byulleten' SNIISKh. 2016. No. 8. Pp. 119–132. (In Russian.)

Authors' information:

Elena O. Shestakova[1], postgraduate of the department of plant physiology, ORCID 0000-0001-5764-0576, AuthorID 917940; *+7 988 858-18-85, shestakova.e.o@yandex.ru*
Fedor V. Eroshenko[1], doctor of biological sciences, head of the department of plant physiology, ORCID 0000-0003-0238-3861, AuthorID 319650; *+7 962 454-14-96, yer-sniish@mail.ru*
Irina G. Storchak[1], candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of plant physiology, ORCID 000-0001-8741-6882, AuthorID 760778; *+7 918 747-02-56, sniish.storchak@gmail.com*
Lusine R. Oganyan[1], postgraduate of the department of plant physiology, ORCID 0000-0002-0019-8956, AuthorID 744093; *+7 906 498-83-88, oganyan@inbox.ru*
Irina V. Chernova[1], candidate of geographical sciences, senior researcher of the laboratory for assessing the ecological state of agrocenoses, ORCID 0000-0001-7438-6880, AuthorID 744093; *+7 918 885-79-37, chernova_skfu@mail.ru*
[1] North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

УДК 636.085:577.17
Код ВАК 06.02.10
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-38-50

Апробация технологии выявления и коррекции элементозов молочных коров по элементному составу шерсти

С. А. Мирошников[1], **О. А. Завьялов**[1]✉
[1] **Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия**
✉*E-mail: Oleg-Zavyalov83@mail.ru*

Аннотация. **Исследование направлено** на оценку эффективности новой технологии диагностики и коррекции элементозов молочного скота по химическому составу шерсти при элементозах различной этиологии. **Методология и методы.** Схемой эксперимента предполагалось проведение двух исследований: первое – на микропопуляции коров симментальской породы с выявленным недостатком кальция, цинка, селена и марганца в шерсти; второе – на коровах черно-пестрой породы со значительным превышением установленных норм по свинцу и кадмию на фоне дефицита кальция, цинка, селена и меди. На основании сопоставления данных первичного анализа шерсти по 25 параметрам с интервалами физиологической нормы для животных в первом и втором экспериментах в состав рациона был включен минеральный премикс, состоящий из органических форм лимитированных химических элементов. В целях оптимизации пулов свинца и кадмия в рационы опытных животных во втором эксперименте был дополнительно включен сорбент тяжелых металлов. **Результаты и практическая значимость**. Скармливание в составе рационов корректирующих добавок привело к нормализации элементного статуса по подавляющему большинству элементов в обоих экспериментах. При этом для коров в первом эксперименте отмечалось увеличение выхода молока и молочного жира за период лактации на 7,2 %; во втором эксперименте отмечено увеличение количества плодотворных осеменений, что сопровождалось снижением межотельного и сервис-периодов на 4,5 и 17,7 % с ростом выхода телят. **Научная новизна.** Впервые описан элементный профиль молочного скота при использовании барды в кормлении; в производственных условиях отработана технология выявления и коррекции элементозов молочного скота на основании данных об элементном составе шерсти.

Ключевые слова: молочное скотоводство, коровы, элементный статус, элементоз, эссенциальные и токсические элементы, шерсть (волос), коррекция, молочная продуктивность, воспроизводительная способность.

Для цитирования: Мирошников С. А., Завьялов О. А. Апробация технологии выявления и коррекции элементозов молочных коров по элементному составу шерсти // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 38–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-38-50.

Дата поступления статьи: 11.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Современное производство молока невозможно без непрерывного контроля состояния здоровья молочных коров [1, с. 44], [2, с. 76]. При этом в числе наиболее информативных характеристик рассматривается элементный статус коров. Многогранность последнего во многом определяется присутствием в организме млекопитающих свыше 80 химических элементов, в своем большинстве связанных с морфофункциональными и другими характеристиками живого организма. Например, только цинк является частью более чем 300 видов ферментов (около 10 % в общем перечне генакодированных белков организма) [3, с. 141], [4, с. 1128], [5, с. 200].

В связи с этим изучение элементного статуса молочных коров по перечню элементов дает исчерпывающую оценку состояния обмена веществ. Это становится возможным через исследование минерального состава биосубстратов, в числе которых все более широко рассматривается шерсть [6, с. 374], [7, с. 906]. В отличие от традиционных биосубстратов, таких как слюна [8, с. 52], [9, с. 35], кровь [10, с. 495], моча [11, с. 114], волосы, осуществляющие аккумуляцию химических элементов, дают характеристику общего элементного статуса организма, формирующегося в течение значительного временного промежутка. Элементный состав волос достоверно коррелирует с содержанием эссенциальных и токсичных элементов в крови [12, с. 64], [13, с. 515], [14, с. 300]. Стабильность химического состава волос обеспечивается кератиновой оболочкой, препятствующей как потере внутренних компонентов, так и проникновению внешних загрязнений [15, с. 58].

Наиболее широко анализ волос используется для диагностики и коррекции элементозов у человека, о чем свидетельствует количество посещений медицинских центров, где применяются новые подходы к лечению элементозов [16]. Практика использования метода в животноводстве в общем и молочном скотоводстве в частности пока не получила широкого распространения. Это не позволяет в полном объеме использовать генетический потенциал высокопродуктивных коров с высокой интенсивностью минерального обмена.

© С. А. Мирошников, О. А. Завьялов, 2020

В связи с этим нами были проведены масштабные исследования по разработке и апробации технологии выявления и коррекции элементного статуса крупного рогатого скота. Новая технология включает в себя методику взятия образцов шерсти для исследования элементного состава [17, с. 634]; методы высокоточного исследования мультиэлементного состава шерсти с использованием современных аналитических методов; референтные значения и показатели физиологических норм концентраций 25 химических элементов в шерсти молочных коров [18, с. 147]; базы данных, объединяющие материалы исследований продуктивности и особенностей метаболизма молочных коров в связи с особенностями элементного статуса, в том числе в связи с величиной обменных пулов токсических элементов [19], [20, с. 18559].

В настоящем исследовании приводятся результаты апробации разработанной технологии для коррекции элементного статуса животных в условиях элементозов различной этиологии.

Цель исследования – оценить эффективность разработанной технологии выявления и коррекции элементозов молочных коров по элементному составу шерсти.

Методология и методика исследования (Methods)

Схемой опыта по апробации разработанной технологии выявления и коррекции элементозов было предусмотрено проведение двух экспериментов.

Первый эксперимент выполнялся в КФХ «Фальк Н. Г.» (Оренбургская область) на лактирующих коровах симментальской породы (n = 30; возраст – 5–6 лет; живая масса – 450–500 кг; стадия лактации – 30–55 суток после отела) и включал два периода: подготовительный (60 суток) и учетный (120 суток). В подготовительный период все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Особенностью кормления в учетный период являлось то, что в составе основного рациона подопытные животные получали свежую пшеничную барду в количестве 40 л/сут.

В конце подготовительного периода у всех животных были взяты образцы шерсти для изучения элементного состава. Полученные результаты сравнивались с физиологической нормой для молочных коров [18, с. 147], что позволило выявить элементозы по отдельным химическим элементам с последующей разработкой рецепта минерального премикса для коррекции элементного статуса животных.

В состав премикса были дополнительно включены кормовые добавки: мел кормовой – 90 г/гол; Биоплекс цинка – 600 мг/гол (производитель Alltech, Ltd, Ирландия); Биоплекс марганца – 300 мг/гол (производитель Alltech, Inc., Канада); Сел-Плекс – 6 мг/гол (производитель Alltech flanders BVBA, Бельгия). Животным контрольной группы задавали основной рацион без премикса.

Для проведения учетного периода эксперимента животные методом аналогов были разделены на две группы: контрольную (n = 15) и опытную (n = 15). Различие заключалось в том, что коровы опытной группы получали комплекс корректирующих элементов в составе разработанного премикса в установленных дозировках.

Второй эксперимент проведен на базе ООО «Агрофирма Промышленная» (Оренбургская область) на модели коров черно-пестрой породы (n = 30; возраст – 5–6 лет; живая масса – 485 ± 22,3 кг; стадия лактации – 7–15 суток после отела). На первом этапе исследования на основании анализа журналов случек и осеменения коров за три последних года, предшествующих эксперименту, были отобраны животные (n = 63) с низкими относительно средних по стаду воспроизводительными качествами.

Критерием для отбора животных на втором этапе послужило выявленное превышение нормы по концентрации свинца и кадмия в шерсти. Как выяснилось, среди микропопуляций коров с низкими воспроизводительными качествами, выявленных в ходе реализации первого этапа отбора, 40 голов (63,5 %) характеризовались превышением допустимой концентрации свинца и кадмия в шерсти. Исходя из уровня концентрации этих элементов в шерсти, животные были разделены на две группы: контрольная (n = 20) и опытная (n = 20). Различие заключалось в том, что особи опытной группы в составе рациона получали сорбент «Бифеж» в дозе 45 г на одну голову в сутки на протяжении 60-ти суток до предполагаемой даты осеменения.

Сорбент «Бифеж», представляет собой целлюлозно-неорганическую композицию, получаемую путем осаждения ферроцианидов железа-калия на целлюлозном носителе.

Для восполнения дефицита кальция, цинка, селена и меди животным опытной группы в составе минерального премикса скармливали мел кормовой 90 г/гол; Биоплекс меди – 300 мг/гол (производитель Alltech, Сербия); Биоплекс цинка – 600 мг/гол (производитель Alltech, Ltd, Ирландия); Сел-Плекс – 6 мг/гол (производитель Alltech flanders BVBA, Бельгия). Животные контрольной группы получали основной рацион без добавок.

После выявления признаков половой охоты с учетом плана осеменений подопытных коров двукратно осеменяли: первый раз – после выявления охоты и второй раз – через 10–12 ч.

Воспроизводительные качества подопытных животных изучали путем анализа данных зоотехнического учета. По каждому животному определяли продолжительность сервис- и межотельного периодов (суток), количество доз, затрачиваемых на одно плодотворное осеменение, и выход телят.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования проводили в соответствии с инструкциями и рекомендациями Приказа Министерства здравоохранения СССР от 27 июля 1978 года № 701 «О внесении дополнений в приказ Министерства здравоохранения СССР от 12.08.77 № 755» и The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press, Washington, D. C., 1996). При выполнении работы были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить число используемых образцов.

Отбор и анализ образцов волос

Образцы шерсти отбирались с верхней части холки животных, согласно ранее разработанной методике [17, с. 634], ножницами из нержавеющей стали. Элементный состав шерсти исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn) методами масс-спектрометрии (МС-ИСП)

© S. A. Miroshnikov, O. A. Zavyalov, 2020

и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) с использованием Optima 2000 DV и Nexion 300 D (Perkin Elmer, США). Все аналитические процедуры были выполнены в лаборатории Центра биотической медицины (Москва, Россия).

Отбор и анализ средних проб молока

Коровы механически доились три раза в день в 06.00, 14.00 и 18.00. Произведенное молоко взвешивали индивидуально от каждой коровы ежедекадно в течение двух смежных дней на протяжении всего эксперимента. Образцы молока отбирались индивидуально от каждой коровы три раза в сутки, при каждом доении, помещались в стерильные емкости, охлаждались (до 5 °С) и отправлялись для анализа в Центр коллективного пользования Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. Исследования проб молока проводились в день отбора образцов от животных.

Содержание жира, белка и лактозы в молоке оценивали с использованием процедуры FIL-IDF на приборе MilkoScan™ FT1 (Foss Electric, DK-3400, Hillerød, Дания).

Отбор и анализ средних проб крови

Образцы крови (9 мл) были взяты от каждой коровы (на следующий день после отбора проб молока) из хвостовой вены в вакуумную пробирку в начале и конце эксперимента. Определение ферментативной активности в плазме крови проводилось спектрофотометрическим методом на Stat fax 1904 Plus. Концентрацию малондиальдегида (Total-MDA) определяли в гепаринизированной крови, используя реакцию с тиобарбитуровой кислотой спектрофотометрическим методом. Об активности фермента супероксиддисмутазы судили по скорости убыли перекиси водорода в среде инкубации. Концентрацию перекиси водорода определяли по реакции с молибдатом аммония.

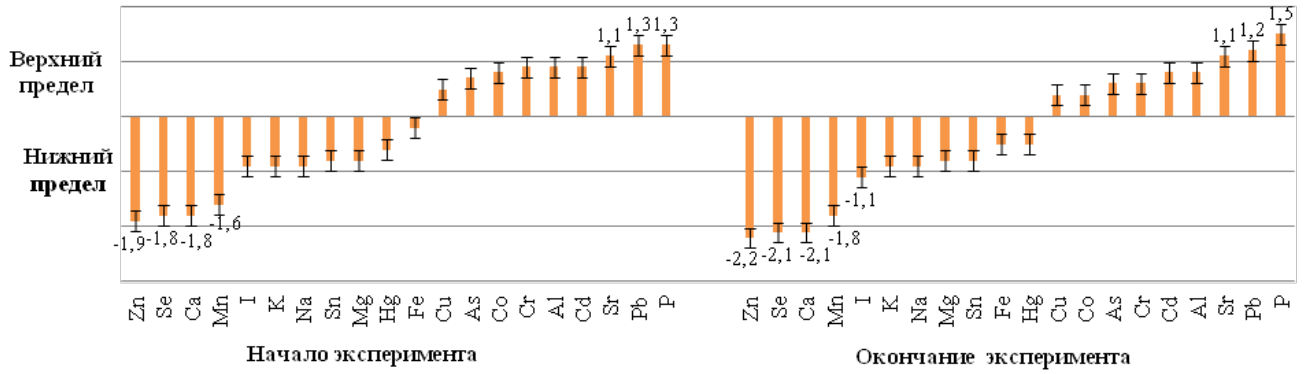
Статистический анализ

Достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна – Уитни. Уровень значимости (*P*) принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США).

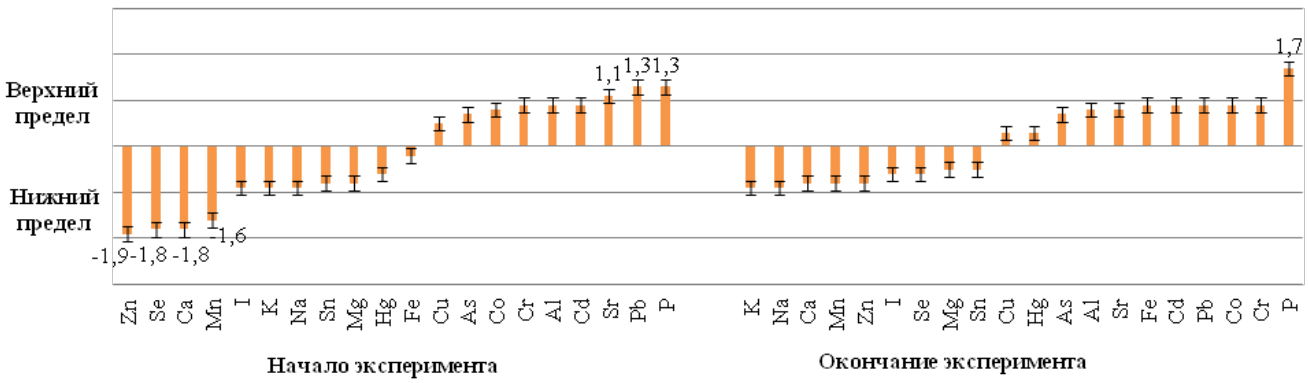
Результаты (Results)

Как показали результаты исследований элементного состава шерсти коров при постановке на опыт, для животных изучаемых выборок как в первом, так и во втором эксперименте были установлены схожие картины нарушений элементного профиля. В целом для двух обследованных микропопуляций было характерным превышение обменных пулов токсичных элементов на фоне дефицита эссенциальных. Это позволило нам разработать предложения по оптимизации минерального питания животных по отдельным химическим элементам.

Первичный анализ элементного состава шерсти коров в первом эксперименте спустя 60 суток после включения в рацион свежей барды выявил снижение относительно физиологической нормы содержания кальция, цинка, марганца, селена, что имело место на фоне избытка по фосфору и токсичным элементам – свинцу и стронцию (рис. 1).

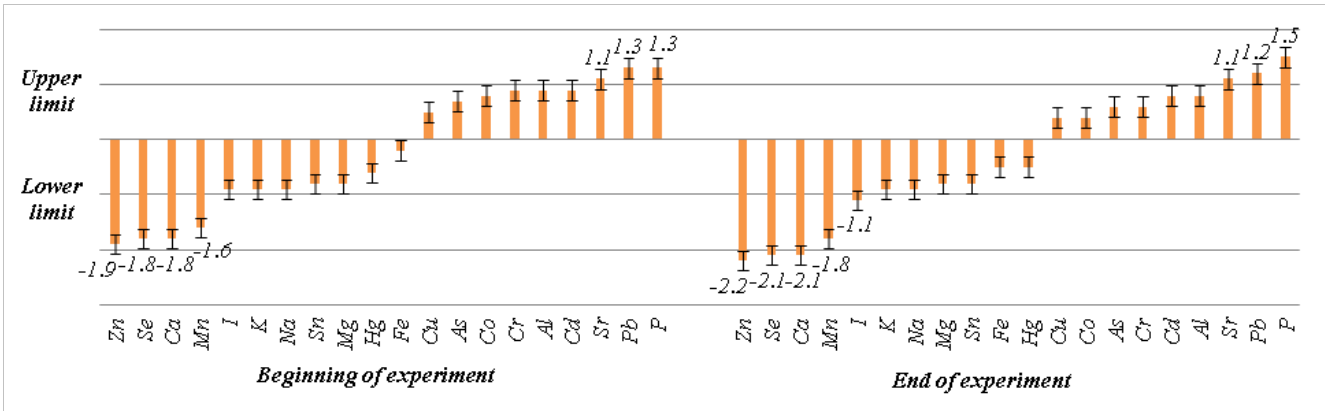


Контрольная группа

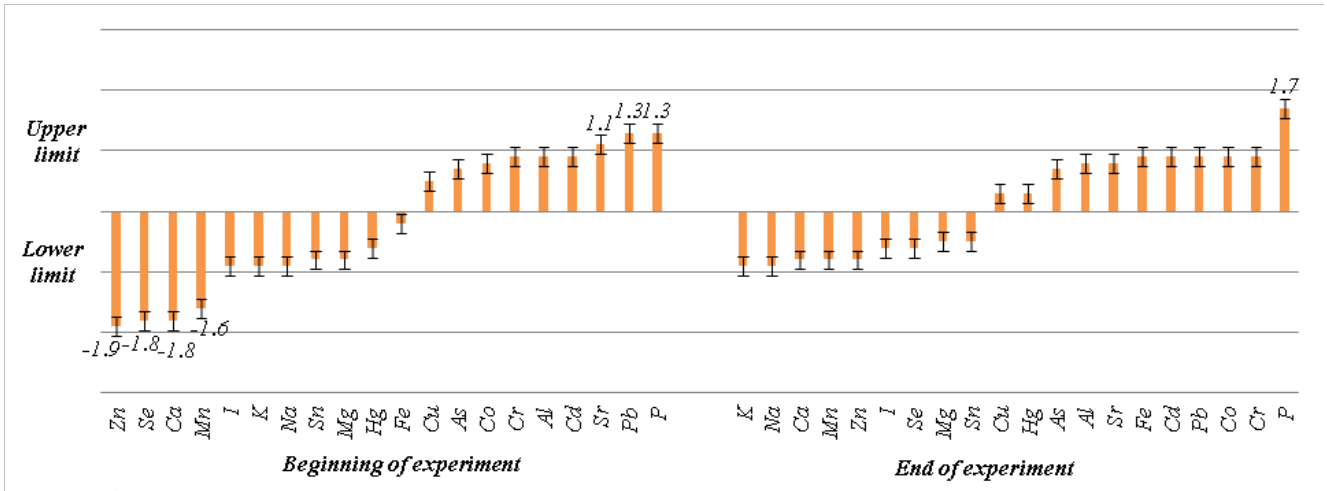


Опытная группа

Рис. 1. Кратность отклонений элементного состава шерсти с холки коров симментальской породы, разводимой в КФХ «Фальк Н. Г.» (Оренбургская область) от значений физиологической нормы в начале и в конце эксперимента



Control group



Experimental group

Fig. 1. The multiplicity of deviations in elemental composition of hair from withers of the Simmental cows bred in peasant farm "Falk N. G."(Orenburg region) from the values of the physiological standard at the beginning and at the end of the experiment

Четырехмесячный курс коррекции минеральным премиксом привел к нормализации показателей элементного статуса животных опытной группы по всем корректируемым элементам (Ca, Zn, Mn, Se), а также свинцу и стронцию. Исключение составил только фосфор, концентрация которого в шерсти превышала значения верхней границы нормы в 1,7 раза.

В целом средние значения концентраций элементов в шерсти достоверно повысились по отношению к началу эксперимента: для кальция – на 125 % ($p \leq 0{,}001$), калия – на 60,00 % ($p \leq 0{,}05$), цинка – на 99,80 % ($p \leq 0{,}001$), марганца – на 100 % ($p \leq 0{,}001$), селена – на 113,2 % ($p \leq 0{,}001$), йода – на 41,74 % ($p \leq 0{,}05$), фосфора – на 47,06 % ($p \leq 0{,}05$), понизились для стронция на 20,45 % ($p \leq 0{,}05$) и свинца на 30,77 % ($p \leq 0{,}05$).

Оценка элементного статуса коров контрольной группы после четырех месяцев эксперимента и последующая интерпретация полученных данных к границам физиологических норм позволила установить, что скармливание сырой пшеничной барды привело не только к усугублению выявленных ранее элементозов по кальцию, цинку, марганцу и селену, но и сопровождалось развитием дисэлементоза по йоду.

В целом элементный профиль коров контрольной группы на момент окончания эксперимента характеризовался снижением концентраций в шерсти подавляющего количества изучаемых элементов. Наиболее значительное снижение отмечалось для обменных пулов железа (на 40,0 %; $p \leq 0{,}01$), кремния (на 33,3 %; $p \leq 0{,}01$), кобальта (на 30,0 %; $p \leq 0{,}05$), йода (на 22,2 %; $p \leq 0{,}01$), кальция (на 21,7 %; $p \leq 0{,}01$), меди (на 20 %; $p \leq 0{,}05$), селена (на 16,7 %; $p \leq 0{,}01$), цинка (на 15,8 %; $p \leq 0{,}05$), марганца (на 12,5 %; $p \leq 0{,}05$), магния (на 12,5 %; $p \leq 0{,}05$), хрома (на 12,0 %; $p \leq 0{,}05$) и калия (на 11,1 %; $p \leq 0{,}05$). Исключением являлся фосфор, концентрация которого увеличилась по отношению к началу эксперимента на 15,4 % ($p \leq 0{,}05$).

На фоне коррекции элементного статуса коров происходило изменение показателей антиоксидантного статуса животных (таблица 1).

Уровень малонового диальдегида в сыворотке крови коров опытной группы снизился на 21,24 % ($p < 0{,}05$) по отношению к началу эксперимента, при этом значения этого показателя были ниже аналогичных значений животных контрольной группы в конце эксперимента на 23,76 % ($p < 0{,}05$).

У коров опытной группы в конце эксперимента отмечалось увеличение активности супероксиддисмутазы по отношению к началу эксперимента на 6,6 % ($p \leq 0{,}05$), разница между животными контрольной и опытной групп составила 5,8 % ($p \leq 0{,}05$) в пользу последних.

В эксперименте установлен факт увеличения продуктивности коров (таблица 2).

Таблица 1

Антиоксидантный статус сыворотки крови коров симментальской породы, содержащейся на рационах с добавлением зерновой барды (КФХ «Фальк Н. Г.», Оренбургская область)

Показатель	Группа			
	Контрольная		Опытная	
	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Начало эксперимента	Окончание эксперимента
Супероксиддисмутаза, %	1851 ± 444,7	1863 ± 212,4	1829 ± 283,8	1971 ± 203,8*
Каталаза, мкмоль	4856 ± 2888	4754 ± 2224	4805 ± 2968	4954 ± 2146
Малоновый диальдегид, мкмоль/л нмоль/мл	55,64 ± 15,07	57,62 ± 11,55	55,78 ± 12,78	43,93 ± 13,04*

*Разность по отношению показателей к началу эксперимента достоверна при * $p \le 0,05$.*

Table 1

Antioxidant status of blood serum of cows of Simmental breed contained in diets with the addition of grain stillage (peasant farm "Falk N. G.", Orenburg region)

Indicator	*Group*			
	Control		*Experimental*	
	Beginning of experiment	*End of experiment*	*Beginning of experiment*	*End of experiment*
Superoxide dismutase, %	*1851 ± 444.7*	*1863 ± 212.4*	*1829 ± 283.8*	*1971 ± 203.8**
Catalase, μmol μm	*4856 ± 2888*	*4754 ± 2224*	*4805 ± 2968*	*4954 ± 2146*
Malondialdehyde, μmol/l	*55.64 ± 15.07*	*57,62 ± 11.55*	*55.78 ± 12.78*	*43.93 ± 13.04**

*The difference in the ratio of indicators at the beginning of the experiment is significant at * $p \le 0.05$.*

Таблица 2

Молочная продуктивность коров симментальской породы, содержащихся на рационах с добавлением пшеничной барды за 305 суток лактации (КФХ «Фальк Н. Г.», Оренбургская область)

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Удой 1 % по жиру молока, кг	16 026 ± 1470	17 190 ± 1511*
Содержание жира в молоке, %	3,69 ± 0,275	3,85 ± 0,318
Выход молочного жира, кг	160,3 ± 15,9	171,9 ± 14,7*
Содержание белка в молоке, %	3,21 ± 0,116	3,29 ± 0,108
Выход молочного белка, кг	139,4 ± 16,65	146,91 ± 15,88
Содержание сухого обезжиренного молочного остатка, %	8,66 ± 0,329	8,43 ± 0,352
Выход сухого обезжиренного молочного остатка, кг	376,1 ± 20,14	376,4 ± 23,63

*Разность достоверна при * $p \le 0,05$.*

Table 2

Dairy productivity of cows of Simmental breed kept on diets with an addition of distiller's grain for 305 days of lactation (peasant farm "Falk N. G.", Orenburg region)

Indicator	*Group*	
	Control	*Experimental*
Milk yield in 1% milk fat, kg	*16 026 ± 1470*	*17 190 ± 1511**
Fat content in milk, %	*3.69 ± 0.275*	*3.85 ± 0.318*
Yield of milk fat, kg	*160.3 ± 15.9*	*171.9 ± 14.7**
Protein content in milk, %	*3.21 ± 0.116*	*3.29 ± 0.108*
Yield of milk protein, kg	*139.4 ± 16.65*	*146.91 ± 15.88*
The content of dry skimmed milk residue, %	*8.66 ± 0.329*	*8.43 ± 0.352*
Dry skimmed milk residue output, kg	*376.1 ± 20.14*	*376.4 ± 23.63*

*The difference is significant at * $p \le 0.05$.*

При анализе полученных результатов выявлено, что животные опытной группы превосходили сверстниц из контрольной группы по среднему удою 1 % молока и выходу молочного жира за 305 суток лактации на 7,2 % ($p \le 0,05$).

Анализ данных полученных при обследовании животных, разводимых в ООО «Агрофирма Промышленная», выявил, что в начале эксперимента средние значения концентраций свинца и кадмия в шерсти коров контрольной и опытной групп превышали установленную норму в 3,4 и 1,5 раза соответственно. При этом значения концентрации кальция в шерсти обследованных животных были ниже допустимого диапазона на 7,2 %; меди – на 11,4 %; селена – на 10,4 % и цинка – на 5 % (рис. 2).

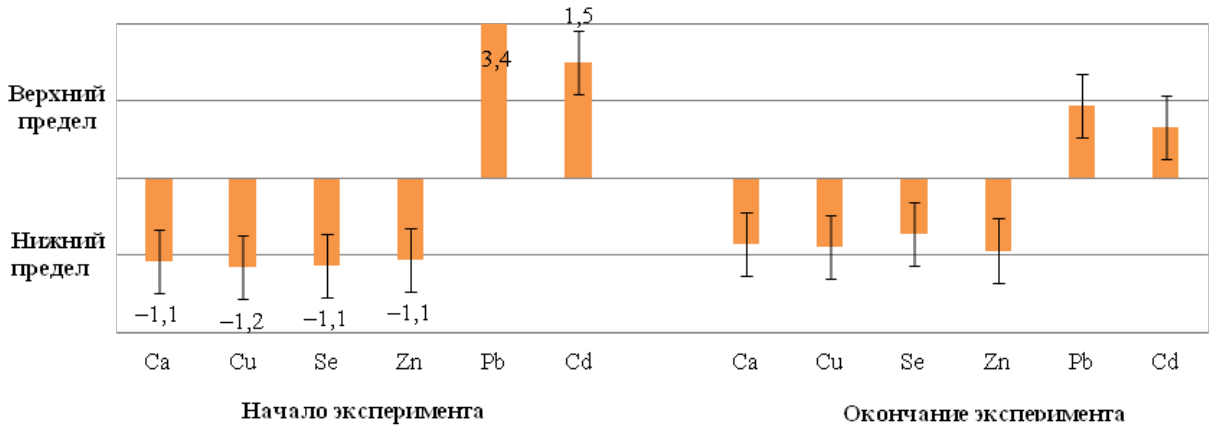


Рис. 2. Кратность отклонения концентраций химических элементов в шерсти с холки коров опытной группы (ООО «Агрофирма Промышленная», Оренбургская область)

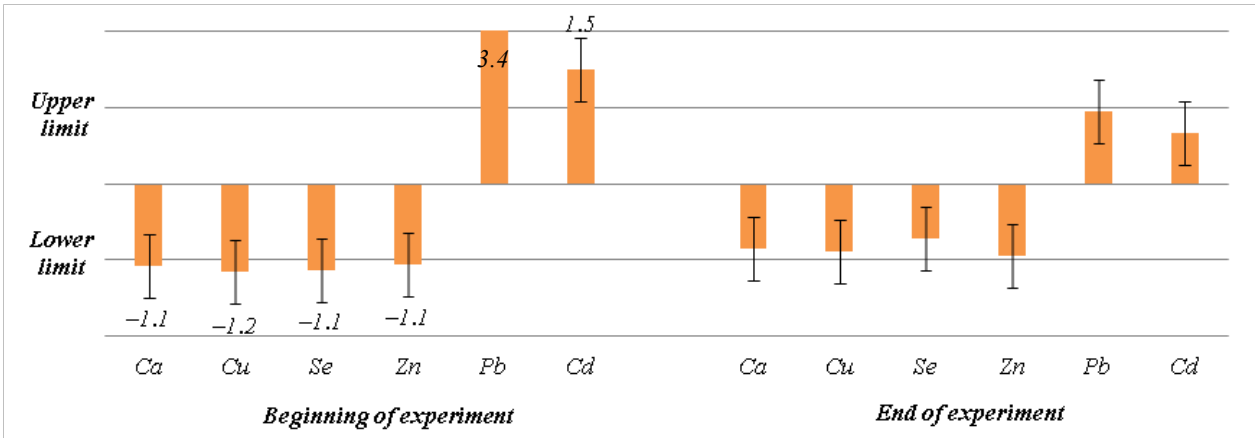


Fig. 2. The multiplicity of deviations in concentrations of chemical elements in hair from withers of cows of the experimental group (LLC "Agrofirma Promyshlennaya", Orenburg region)

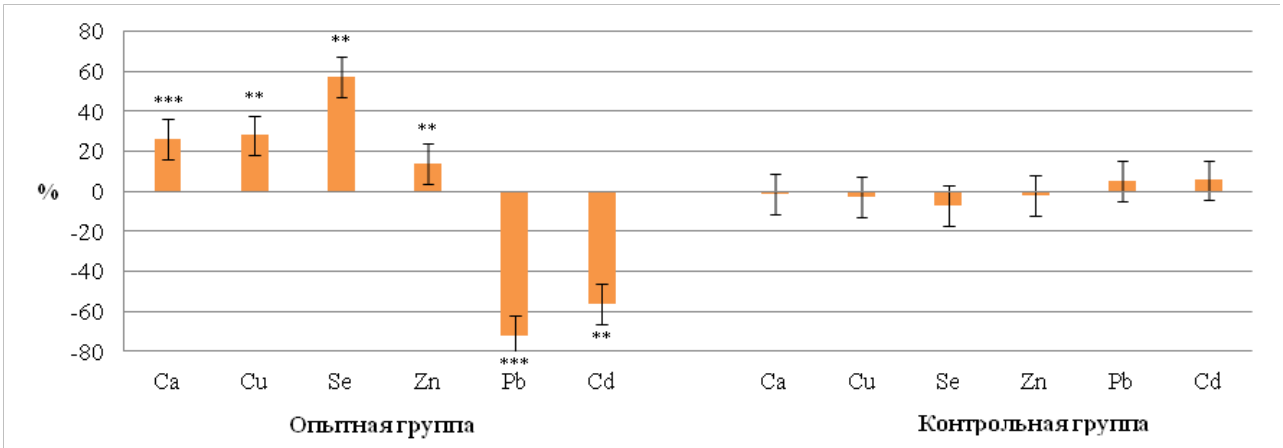


*Рис. 3. Отклонение концентраций химических элементов в шерсти с холки коров черно-пестрой породы в конце эксперимента по отношению к началу, % (ООО «Агрофирма Промышленная», Оренбургская область). Разница достоверна при * $p \le 0,05$; ** $p \le 0,01$; *** – $p \le 0,001$*

К концу экспериментального кормления установлено, что введение в рацион опытных животных сорбента тяжелых металлов позволило снизить по отношению к моменту постановки на опыт обменный пул свинца на 72,3 % ($p \le 0,001$), кадмия – на 56,1 % ($p \le 0,01$).

При этом дополнительное включение недостающих эссенциальных элементов, в составе премикса, способствовало увеличению концентраций кальция на 26,1 % ($p \le 0,001$), меди – на 27,9 ($p \le 0,01$); селена – на 57,3 % ($p \le 0,01$) и цинка – на 13,6 % ($p \le 0,01$) (рис. 2). К концу эксперимента средние значения корректируемых элементов для 97 % животных опытной группы вошли в пределы допустимых значений (рис. 3).

Изменения в шерсти животных контрольной группы были статистически недостоверны и характеризовались как состояние гипоэлементоза по кальцию, меди, селену, цинку, свинцу и кадмию (рис. 4).

Как показали результаты эксперимента, курс коррекции по нормализации элементного статуса коров в период раздоя обусловил разницу в показателях воспроизводства между животными контрольной и опытной групп (таблица 3).

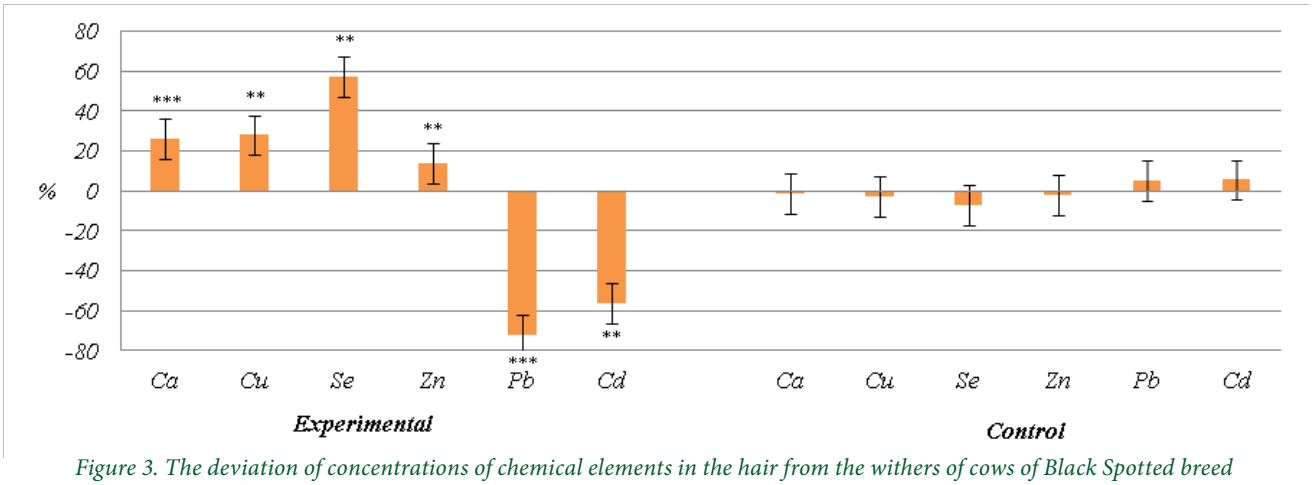


*Figure 3. The deviation of concentrations of chemical elements in the hair from the withers of cows of Black Spotted breed at the end of the experiment relative to the beginning, % (LLC "Agrofirma Promyshlennaya", Orenburg region). The difference is significant at * p ≤ 0.05; ** p ≤ 0.01; *** p ≤ 0.001*

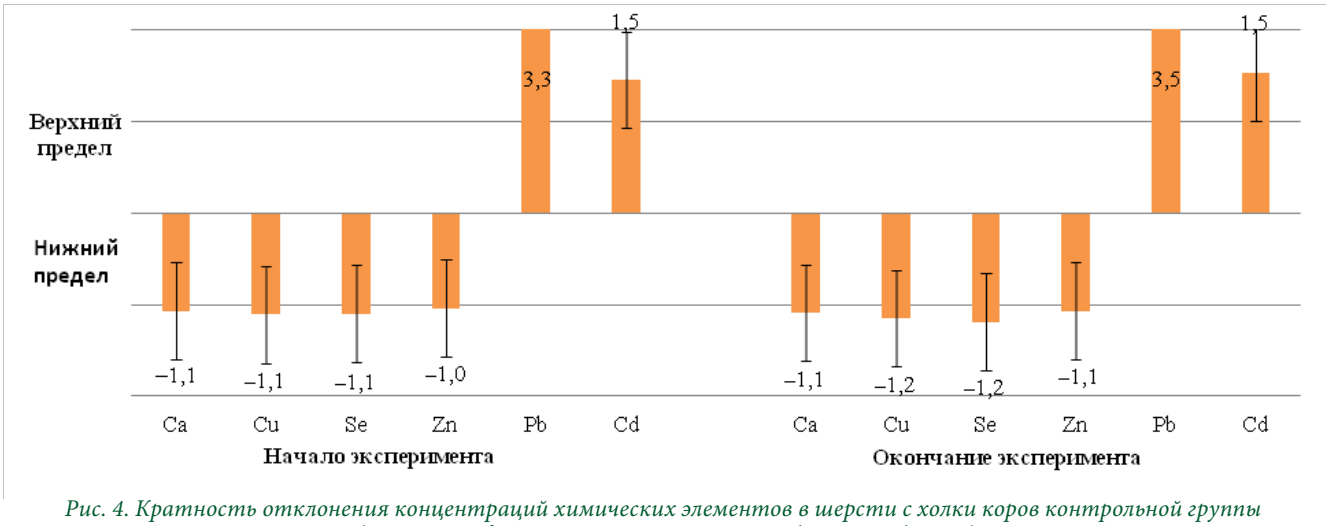


Рис. 4. Кратность отклонения концентраций химических элементов в шерсти с холки коров контрольной группы (ООО «Агрофирма Промышленная», Оренбургская область)

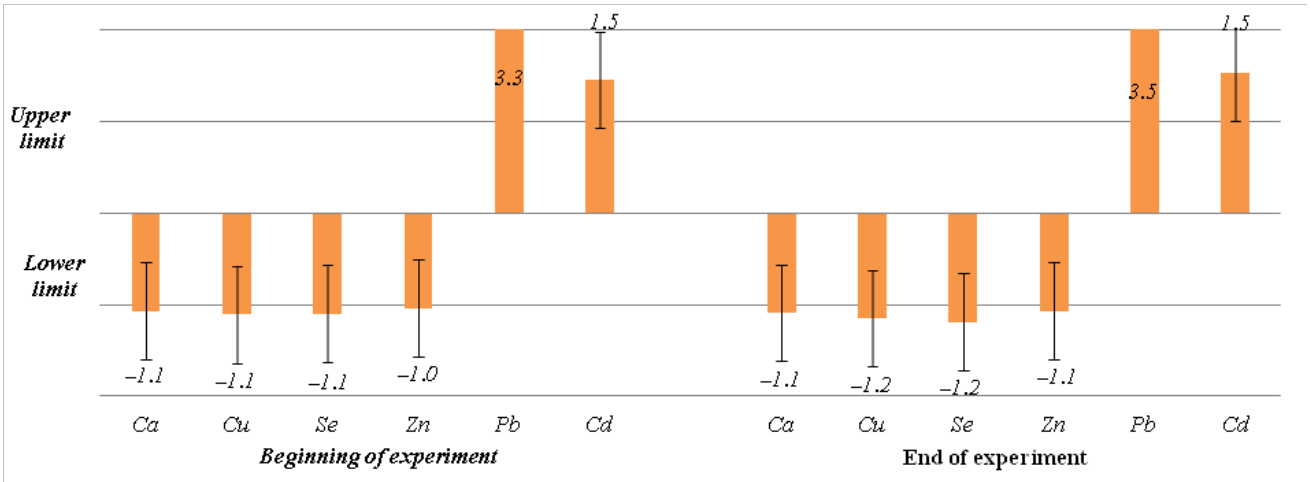


Fig. 4. The multiplicity of deviations in the concentrations of chemical elements in hair from withers of cows of the control group (LLC "Agrofirma Promyshlennaya", Orenburg region)

В частности, оплодотворяемость коров контрольной группы была ниже аналогичного показателя установленного для коров опытной группы на 20 %, при этом продолжительность межотельного периода у них была выше на 4,7 % ($p \leq 0{,}05$); сервис-периода – на 21,5 % ($p \leq 0{,}05$), по выходу телят опытная группа опережала контроль на 25 %. Следует отметить, что в контрольной группе аборгировала 1 корова.

Таблица 3

Воспроизводительные качества коров (ООО «Агрофирма Промышленная», Оренбургская область)

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Количество голов	20	20
Всего осеменилось: голов %	15 75	19 95
Не осеменилось: голов %	5 25	1 5
Продолжительность сервис-периода, сут.	86,0 ± 5,8	70,8 ± 4,4*
Продолжительность межотельного периода, сут.	357,7 ± 5,9	341,5 ± 5,5*
Количество спермодоз, затрачиваемых на одно плодотворное осеменение	5,3	3,3
Абортировало коров, гол.	1	–
Выход телят, %	70	95

*Разница достоверна * при $p \le 0,05$.*

Table 3

Reproductive qualities of cows (LLC "Agrofirma Promyshlennaya", Orenburg region)

Indicator	*Group*	
	Control	*Experimental*
Number of heads	*20*	*20*
Total inseminated: heads *%*	*15* *75*	*19* *95*
Non-inseminated: heads *%*	*5* *25*	*1* *5*
The duration of the service period, days	*86.0 ± 5.8*	*70.8 ± 4.4**
The duration of calving interval, days	*357.7 ± 5.9*	*341.5 ± 5.5**
The number of sperm doses spent on one fruitful insemination	*5.3*	*3.3*
Aborted cows, heads	*1*	–
The output of calves, %	*70*	*95*

*The difference is significant at: * $p \le 0.05$*

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Объективный анализ полученного материала возможен с учетом данных, накопленных в медицинской элементологии. В соответствии с одной наиболее широко используемой концепцией элементный состав волос человека соответствует норме, если его значения находятся в интервале 25–75 процентилей (среднее значение содержания данного химического элемента в популяции). Значения, лежащие в интервале от 10 до 25 и от 75 до 90 процентилей, предложено рассматривать как отклонения, соответствующие состоянию предболезни. Более выраженные отклонения от нормы следует рассматривать как состояние болезни и ассоциировать с четкой клинической манифестацией специфических для элементозов синдромов и симптомов [21, с. 8], [22, с. 56].

Данный подход может быть применен и при анализе элементного состава шерсти животных, что значительно упрощает работу по выявлению и лечению элементозов. Подтверждение этого было получено в наших исследованиях по коррекции элементного статуса молочных коров.

Следует отметить, что при планировании первого эксперимента мы ожидали возникновения элементозов у животных на фоне скармливания пшеничной барды, что ранее уже показано в сходных исследованиях. Действительно, первичный анализ элементного состава шерсти коров на 60-е сутки кормления пшеничной бардой выявил пониженные обменные пулы кальция, цинка, марганца, селена организме. При этом отмечался избыток по фосфору и токсичным элементам – свинцу и стронцию.

Учитывая, что элементный состав шерсти является в первую очередь отражением уровня минерального питания животного, выявленное в нашем эксперименте превышение установленных норм по концентрации фосфора могло быть следствием высокого содержания фосфора в потребляемых рационах (181,42–183,97 г/гол в сутки при норме 53–146 г/сут).

Принимая во внимание тот факт, что ни один элемент в организме не действует изолированно и степень его влияния на обменные процессы в организме, помимо других факторов, определяется интенсивностью межэлементных взаимодействий, выявленное в нашем исследовании увеличение концентрации фосфора в шерсти может объяснять причину дисэлементоза по кальцию. Избыток фосфора ограничивает образование усвояемых форм кальция, а образующиеся неусвояемые формы выводятся из организма. При длительном воздействии избытка фосфора происходит повышенная мобилизация кальция из костного депо, что может привести к остеодистрофии.

Одной из причин повышенной относительно нормы концентрации свинца в шерсти животных при постановке на опыт может являться влияние периода лактации (30–55-е сутки после отела). Период раздоя коров сопряжен с повышенной мобилизацией этого элемента из депо в костях [23, с. 876]. Причем в отдельных случаях поступление свинца из костей при беременности и лактации может быть настолько значительным, что способно привести к материнской интоксикации [24, с. 1041]. В ранее проведенных исследованиях на начальном этапе лактации у

коров голштинской породы нами фиксировалось превышение физиологических норм у отдельных животных по содержанию в шерсти свинца в 25–30 раз.

Таким образом, сопоставление данных первичного анализа шерсти с границами «физиологической нормы», позволило выявить ряд ярко выраженных элементозов у обследованных животных. Полученные на этом этапе знания легли в основу при разработке рецепта минерального премикса для коррекции элементного статуса животных. При расчете дозировок введения корректируемых элементов в состав минерального премикса мы исходили из рекомендаций заводов-изготовителей.

Результаты эксперимента свидетельствуют, что четырехмесячный курс коррекции минеральным премиксом привел к нормализации показателей элементного статуса животных опытной группы по всем корректируемым элементам: кальцию, цинку, марганцу, селену, а также свинцу и стронцию. Снижение обменных пулов свинца и стронция может рассматриваться как следствие значительного поступления в организм животных эссенциальных элементов-антагонистов. В ранее опубликованной научной литературе широко описаны примеры подобных взаимодействий для свинца и селена [25, с. 395], стронция и кальция [26, с. 439] и др.

В качестве возможной причины повышения молочной продуктивности коров опытной группы при нормализации уровней недостающих элементов можно рассматривать физиологическую функцию цинка, марганца и селена [27, с. 33] в процессе построения и функционирования ведущих антиоксидантных соединений. Подтверждением этого является повышение активности первичного фермента антиоксидантной защиты – супероксиддисмутазы в сыворотке крови коров опытной группы в конце эксперимента по отношению к началу на 6,6 % ($p < 0,05$), которое фиксировалось на фоне снижения уровня молонового диальдегида на 21,24 % ($p < 0,05$).

Как показали результаты эксперимента, волос является информативным биосубстратом для фиксации избыточного накопления токсичных элементов в организме животных и человека. Подтверждением этого являются наши исследования по коррекции элементного статуса по свинцу и кадмию у молочных коров.

Как показали результаты, первоначальный анализ шерсти коров в ООО «Агрофирма Промышленная» выявил факт превышения концентраций свинца в 3,3 раза и кадмия – на 47,4 %. Примечательно, что столь значительные обменные пулы свинца и кадмия фиксировались нами на фоне пониженных концентраций кальция, меди, селена и цинка в шерсти, что, так же как в первом эксперименте, могло быть связано с давлением обменных пулов токсичных элементов на метаболизм эссенциальных [28, с. 14].

Реализация мероприятий по коррекции элементного статуса через введение в рацион сорбента тяжелых металлов в комплексе с минеральным премиксом позволила нормализовать элементный профиль коров, что было сопряжено с повышением воспроизводительных качеств в группе опытных животных по отношению к контролю.

Так, выявленное в нашем исследовании повышение воспроизводительных способностей у коров опытной группы, получавших комплекс корректирующих добавок в составе рациона, может быть объяснено понижением пула свинца и кадмия в организме. Ранее полученные данные свидетельствуют о риске возникновений нарушений репродуктивного здоровья коров при интоксикации организма тяжелыми металлами, что повышает вероятность перинатальных потерь. Другой возможной причиной повышения воспроизводительных качеств коров опытной группы могла быть нормализация обменного пула селена. Увеличение концентрации селена в крови положительно коррелирует с периодом анеструса [29, с. 215], в то время как дефицит селена повышает риск появления мертворожденных телят и может быть естественной причиной абортов [30, с. 232]. К числу наиболее вероятных причин возникновения абортов при недостатке селена можно отнести сердечную недостаточность плода [31, с. 433]. Коррекция статуса селена у коров на поздних стадиях стельности способствует повышению секреции гормона прогестерона [32, с. 243] и способствует его послеродовому производству [33, с. 350].

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что использование технологии выявления и коррекции элементозов молочного скота, основанной на индивидуальной оценке элементного состава шерсти с последующим сопоставлением с физиологической нормой и назначением лимитируемых элементов, обеспечивает нормализацию элементного статуса и позволяет повышать продуктивность молочных коров.

Библиографический список

1. Kossaibati M. A., Esslemont R. J. The costs of production diseases in dairy herds in England // The Veterinary Journal. 1997. No. 154. Pp. 41–51. DOI: 10.1016/S1090-0233(05)80007-3.

2. Donat K., Siebert W., Menzer E., Söllner-Donat S. Long-term trends in the metabolic profile test results in German Holstein dairy herds in Thuringia, Germany // Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere. 2016. Vol. 44. No. 2. Pp. 73–82. DOI: 10.15653/TPG-150948.

3. Grabrucker A. M. A role for synaptic zinc in ProSAP/Shank PSD scaffold malformation in autism spectrum disorders // Developmental Neurobiology Dev. Neurobiol. 2013. No. 74. Pp. 136–146. DOI: 10.1002/dneu.22089.

4. Fukada T., Yamasaki S., Nishida K., Murakami M., Hirano T. Zinc homeostasis and signalling in health and diseases: Zinc signaling // Journal of Biological Inorganic Chemistry. 2011. No. 16. Pp. 1123–1134. DOI: 10.1007/s00775-011-0797-4.

5. Andreini C., Banci L., Bertini I., Rosato A. Counting the zinc-proteins encoded in the human genome // Journal of Proteome Research. 2006. No. 5. Pp. 196–201. DOI: 10.1021/pr050361j.

6. Rodrigues J. L., Batista B. L., Nunes J. A., Passos C. J., Barbosa F. Jr. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements // Science of the Total Environment. 2008. No. 405. Pp. 370–376. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.06.002.
7. Barbosa J., Faria J., Carvalho F., Pedro M., Queirós O., Moreira R. [et al.] Hair as an alternative matrix in bioanalysis // Bioanalysis. 2013. No. 5. Pp. 895–914. DOI: 10.4155/bio.13.50.
8. Horvath P. J., Eagen C. K., Ryer-Calvin S. D. [et al.] Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players) // Clinical Hemorheology and Microcirculation. 1997. Vol. 17. No. 1. Pp. 47–58.
9. Nabatov A. A., Troegubova N. A.,Gilmutdinov R. R., Sereda A. P., Samoilov A. S., Rylova N. V. Sport- and sample-specific features of trace elements in adolescent female field hockey players and fencers // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. No. 43. Pp. 33–37. DOI: 10.1016/j.jtemb.2016.11.002.
10. Garland M., Morris J. S., Rosner B. A., Stampfer M. J., Spate V. L., Baskett C. J. [et al.] Toenail trace element levels as biomarkers: reproducibility over a 6-year period // Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention. 1993. No. 2. Pp. 493–497.
11. Oberleas D., Harland B. F., Bobilya D. J. Minerals: Nutrition and Metabolism. New York: Vantage Press, 1999. 238 p.
12. Pavlata L., Chomat M., Pechova A., Misurova L., Dvorak R. Impact of long-term supplementation of zinc and selenium on their content in blood and hair in goats // Veterinární medicína. 2011. No. 56. Pp. 63–74.
13. Patra R. C., Swarup D., Sharma M. C., Naresh R. Trace mineral profile in blood and hair from cattle environmentally exposed to lead and cadmiumaround different industrial units // Journal of Veterinary Medicine. 2006. No. 53. Pp. 511–517.
14. Roug A., Swift P. K., Gerstenberg G., Woods L. W., Kreuder-Johnson C., Torres S. G., Puschner B. Comparison of trace mineral concentrations in tail hair, body hair, blood, and liver of mule deer (Odocoileus hemionus) in California // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2015. No. 27. Pp. 295–305.
15. Dobrzanski Z., Jankowska D., Dobicki W., Kupczynski R. The influence of different factors on the concentration of elements in hair of horses // Animals and environment. Vol. 2: Proceedings of the XIIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw, Poland, 2005. Pp. 50–59.
16. Центр биотической медицины доктора А. В. Скального: сайт [Электронный ресурс]. URL: http://en.microelements.ru (дата обращения: 06.05.2020).
17. Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Vol. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
18. Miroshnikov S. A., Skalny A. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Grabeklis A. R. The Reference Values of Hair Content of Trace Elements in Dairy Cows of Holstein Breed // Biological Trace Element Research. 2020. No. 194 (1). Pp. 145–151. DOI: 10.1007/s12011-019-01768-6.
19. Zavyalov O. A., Kurilkina M. Y., Topuria G. M. The effect of the state of “loaded metabolism” assesses the level of lead in the productivity of dairy cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 341. 012076. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012076.
20. Miroshnikov S., Zavyalov O., Frolov A., Sleptsov I., Sirazetdinov F., Poberukhin M. The content of toxic elements in hair of dairy cows as an indicator of productivity and elemental status of animals // Environmental Science and Pollution Research. 2019. Vol. 26. No. 18. Pp. 18554–18564. DOI: 10.1007/s11356-019-05163-5.
21. Skalnaya M. G., Demidov V. A., Skalny A. V. About the limits of physiological (normal) of Ca, Mg, P, Fe, Zn and Cu in human hair // Trace Elements in Medicine. 2003. Vol. 4. No. 2. Pp. 5–10.
22. Skalny A. V. The reference values of the concentration of chemical elements in hair obtained by ICP-AES // Trace Elements in Medicine. 2003. Vol. 4. No. 1. Pp. 55–56.
23. Maldonado-Vega M., Cerbón-Solorzano J., Albores-Medina A., Hernández-Luna C., Calderón-Salinas J. V. Lead: intestinal absorption and bone mobilization during lactation // Human & Experimental Toxicology. 1996. Vol. 15. No. 11. Pp. 872–877.
24. Bellinger D., Leviton A., Waterneaux C., Needleman H. L., Rabinowitz M. Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development // The New England Journal of Medicine. 1987. Vol. 316. Pp. 1037–1043.
25. López Alonso M., Prieto Montaña F., Miranda M., Castillo C., Hernández J., Luis Benedito J. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain // Biometals. 2004. Vol. 17. No. 4. Pp. 389–397.
26. Miller E. K., Blum J. D., Friedland A. J. Determination of soil exchangeable-cation loss and weathering rates using Sr isotopes // Nature. 1993. Vol. 362. Pp. 438–441.
27. Michalska-Mosiej M., Socha K., Soroczyńska J., Karpińska E., Łazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // Biological Trace Element Research. 2016. Vol. 173. No. 1. Pp. 30–34. DOI: 10.1007/s12011-016-0634-2.
28. Frieden E. A survey of the essential biochemical elements // Biochemistry of the essential ultratrace elements. New York, London, 1984. Pp. 1–16.
29. Al Saleh I., Shinwari N., Mashhour A., Rabah A. Birth outcome measures and maternal exposure to heavy metals (lead, cadmium and mercury) in Saudi Arabian population // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2014. Vol. 217. No. 23. Pp. 205–218.
30. Kommisrud E., Osterås O., Vatn T. Blood selenium associated with health and fertility in Norwegian dairy herds // Acta Veterinaria Scandinavica. 2005. No. 46. Pp. 229–240. DOI: 10.1186/1751-0147-46-229.

31. Underwood E. J., Suttle N. F. The Mineral Nutrition of Livestock // CABI Publishing; Wallingford. 2004. No. 15. Pp. 421–475.
32. Kamada H., Nonaka I., Takenouchi N. Amari M. Effects of selenium supplementation on plasma progesterone concentrations in pregnant heifers // Animal Science Journal. 2014. No. 85. Pp. 241–246. DOI: 10.1111/asj.12139.
33. Kamada H. Effects of selenium-rich yeast supplementation on the plasma progesterone levels of postpartum dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. No. 30. Pp. 347–354. DOI: 10.5713/ajas.16.0372.

Об авторах:
Сергей Александрович Мирошников[1], доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, ORCID 0000-0003-1173-1952, AuthorID 587614; *+7 (3532) 30-81-70*
Олег Александрович Завьялов[1], кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390;
+7 (3532) 30-81-70, Oleg-Zavyalov83@mail.ru
[1] Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

Approbation of identification and correction technology for dairy cows elementosis according to hair elemental composition

S. A. Miroshnikov[1], O. A. Zavyalov[1]✉
[1] Federal Research Centre of Biological System and Agricultural Technologies of Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
✉*E-mail: Oleg-Zavyalov83@mail.ru*

Abstract. **The study is aimed** at assessing the effectiveness of a new technology for the diagnosis and correction of dairy cattle elementoses according to the chemical composition of hair, using elementoses of various etiologies. **Methodology and methods.** The experimental design included two studies: the first is a micropopulation of the Simmental cows with a deficiency of calcium, zinc, selenium and manganese in hair; the second is Black Spotted cows with a significant excess in the established standards for lead and cadmium against the background of a deficiency of calcium, zinc, selenium and copper. Based on a comparison of data after initial analysis of hair according to 25 parameters with physiological norm intervals a mineral premix consisting of organic forms of limited chemical elements was included in the diet for animals in the first and second experiments. In order to optimize lead and cadmium pools, sorbent of heavy metals was additionally included in the diets of experimental animals in the second experiment. **Results and practical relevance.** Feeding with corrective additives in the diets led to the normalization of elemental status for the vast majority of elements in both experiments. Moreover, cows in the first experiment had an increase in the yield of milk and milk fat by 7.2 % during the lactation period; in the second experiment, an increase in the number of fruitful inseminations was registered, it was accompanied by a decrease of calving interval and service periods by 4.5 and 17.7 %, with an increase in the calf yield. **Scientific novelty.** For the first time, the elemental profile of dairy cattle was described using distiller's grain in feeding; the technology for identifying and correction of dairy cattle elementoses based on data of hair elemental composition has been developed in production conditions.
Keywords: dairy cattle breeding, cows, elemental status, elementosis, essential and toxic elements, hair (wool), correction, milk productivity, reproductive ability.

For citation: Miroshnikov S. A., Zavyalov O. A. Aprobatsiya tekhnologii vyyavleniya i korrektsii elementozov molochnykh korov po elementnomu sostavu shersti [Approbation of identification and correction technology for dairy cows elementosis according to hair elemental composition] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 38–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-38-50. (In Russian.)

Paper submitted: 11.04.2020.

References

1. Kossaibati M. A., Esslemont R. J. The costs of production diseases in dairy herds in England // The Veterinary Journal. 1997. No. 154. Pp. 41–51. DOI: 10.1016/S1090-0233(05)80007-3.
2. Donat K., Siebert W., Menzer E., Söllner-Donat S. Long-term trends in the metabolic profile test results in German Holstein dairy herds in Thuringia, Germany // Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere. 2016. Vol. 44. No. 2. Pp. 73–82. DOI: 10.15653/TPG-150948.
3. Grabrucker A. M. A role for synaptic zinc in ProSAP/Shank PSD scaffold malformation in autism spectrum disorders // Developmental Neurobiology Dev. Neurobiol. 2013. No. 74. Pp. 136–146. DOI: 10.1002/dneu.22089.

4. Fukada T., Yamasaki S., Nishida K., Murakami M., Hirano T. Zinc homeostasis and signalling in health and diseases: Zinc signaling // Journal of Biological Inorganic Chemistry. 2011. No. 16. Pp. 1123–1134. DOI: 10.1007/s00775-011-0797-4.
5. Andreini C., Banci L., Bertini I., Rosato A. Counting the zinc-proteins encoded in the human genome // Journal of Proteome Research. 2006. No. 5. Pp. 196–201. DOI: 10.1021/pr050361j.
6. Rodrigues J. L., Batista B. L., Nunes J. A., Passos C. J., Barbosa F. Jr. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements // Science of the Total Environment. 2008. No. 405. Pp. 370–376. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.06.002.
7. Barbosa J., Faria J., Carvalho F., Pedro M., Queirós O., Moreira R. [et al.] Hair as an alternative matrix in bioanalysis // Bioanalysis. 2013. No. 5. Pp. 895–914. DOI: 10.4155/bio.13.50.
8. Horvath P. J., Eagen C. K., Ryer-Calvin S. D. [et al.] Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players) // Clinical Hemorheology and Microcirculation. 1997. Vol. 17. No. 1. Pp. 47–58.
9. Nabatov A. A., Troegubova N. A.,Gilmutdinov R. R., Sereda A. P., Samoilov A. S., Rylova N. V. Sport- and sample-specific features of trace elements in adolescent female field hockey players and fencers // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2017. No. 43. Pp. 33–37. DOI: 10.1016/j.jtemb.2016.11.002.
10. Garland M., Morris J. S., Rosner B. A., Stampfer M. J., Spate V. L., Baskett C. J. [et al.] Toenail trace element levels as biomarkers: reproducibility over a 6-year period // Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention. 1993. No. 2. Pp. 493–497.
11. Oberleas D., Harland B. F., Bobilya D. J. Minerals: Nutrition and Metabolism. New York: Vantage Press, 1999. 238 p.
12. Pavlata L., Chomat M., Pechova A., Misurova L., Dvorak R. Impact of long-term supplementation of zinc and selenium on their content in blood and hair in goats // Veterinární medicína. 2011. No. 56. Pp. 63–74.
13. Patra R. C., Swarup D., Sharma M. C., Naresh R. Trace mineral profile in blood and hair from cattle environmentally exposed to lead and cadmiumaround different industrial units // Journal of Veterinary Medicine. 2006. No. 53. Pp. 511–517.
14. Roug A., Swift P. K., Gerstenberg G., Woods L. W., Kreuder-Johnson C., Torres S. G., Puschner B. Comparison of trace mineral concentrations in tail hair, body hair, blood, and liver of mule deer (Odocoileus hemionus) in California // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2015. No. 27. Pp. 295–305.
15. Dobrzanski Z., Jankowska D., Dobicki W., Kupczynski R. The influence of different factors on the concentration of elements in hair of horses // Animals and environment. Vol. 2: Proceedings of the XIIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw, Poland, 2005. Pp. 50–59.
16. Tsentr bioticheskoy meditsiny doktora A. V. Skal'nogo [Center for Biotic Medicine of Dr. A. V. Skalny]: web-site [e-resource]. URL: http://en.microelements.ru (appeal date: 06.05.2020). (In Russian.)
17. Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Vol. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
18. Miroshnikov S. A., Skalny A. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Grabeklis A. R. The Reference Values of Hair Content of Trace Elements in Dairy Cows of Holstein Breed // Biological Trace Element Research. 2020. No. 194 (1). Pp. 145–151. DOI: 10.1007/s12011-019-01768-6.
19. Zavyalov O. A., Kurilkina M. Y., Topuria G. M. The effect of the state of "loaded metabolism" assesses the level of lead in the productivity of dairy cows // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 341. 012076. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012076.
20. Miroshnikov S., Zavyalov O., Frolov A., Sleptsov I., Sirazetdinov F., Poberukhin M. The content of toxic elements in hair of dairy cows as an indicator of productivity and elemental status of animals // Environmental Science and Pollution Research. 2019. Vol. 26. No. 18. Pp. 18554–18564. DOI: 10.1007/s11356-019-05163-5.
21. Skalnaya M. G., Demidov V. A., Skalny A. V. About the limits of physiological (normal) of Ca, Mg, P, Fe, Zn and Cu in human hair // Trace Elements in Medicine. 2003. Vol. 4. No. 2. Pp. 5–10.
22. Skalny A. V. The reference values of the concentration of chemical elements in hair obtained by ICP-AES // Trace Elements in Medicine. 2003. Vol. 4. No. 1. Pp. 55–56.
23. Maldonado-Vega M., Cerbón-Solorzano J., Albores-Medina A., Hernández-Luna C., Calderón-Salinas J. V. Lead: intestinal absorption and bone mobilization during lactation // Human & Experimental Toxicology. 1996. Vol. 15. No. 11. Pp. 872–877.
24. Bellinger D., Leviton A., Waterneaux C., Needleman H. L., Rabinowitz M. Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development // The New England Journal of Medicine. 1987. Vol. 316. Pp. 1037–1043.
25. López Alonso M., Prieto Montaña F., Miranda M., Castillo C., Hernández J., Luis Benedito J. Interactions between toxic (As, Cd, Hg and Pb) and nutritional essential (Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn) elements in the tissues of cattle from NW Spain // Biometals. 2004. Vol. 17. No. 4. Pp. 389–397.
26. Miller E. K., Blum J. D., Friedland A. J. Determination of soil exchangeable-cation loss and weathering rates using Sr isotopes // Nature. 1993. Vol. 362. Pp. 438–441.
27. Michalska-Mosiej M., Socha K., Soroczyńska J., Karpińska E., Łazarczyk B., Borawska M.H. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // Biological Trace Element Research. 2016. Vol. 173. No. 1. Pp. 30–34. DOI: 10.1007/s12011-016-0634-2.
28. Frieden E. A survey of the essential biochemical elements // Biochemistry of the essential ultratrace elements. New York, London, 1984. Pp. 1–16.

29. Al Saleh I., Shinwari N., Mashhour A., Rabah A. Birth outcome measures and maternal exposure to heavy metals (lead, cadmium and mercury) in Saudi Arabian population // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2014. Vol. 217. No. 23. Pp. 205–218.
30. Kommisrud E., Osterås O., Vatn T. Blood selenium associated with health and fertility in Norwegian dairy herds // Acta Veterinaria Scandinavica. 2005. No. 46. Pp. 229–240. DOI: 10.1186/1751-0147-46-229.
31. Underwood E. J., Suttle N. F. The Mineral Nutrition of Livestock // CABI Publishing; Wallingford. 2004. No. 15. Pp. 421–475.
32. Kamada H., Nonaka I., Takenouchi N. Amari M. Effects of selenium supplementation on plasma progesterone concentrations in pregnant heifers // Animal Science Journal. 2014. No. 85. Pp. 241–246. DOI: 10.1111/asj.12139.
33. Kamada H. Effects of selenium-rich yeast supplementation on the plasma progesterone levels of postpartum dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. No. 30. Pp. 347–354. DOI: 10.5713/ajas.16.0372.

Authors' information:

Sergey A. Miroshnikov[1], doctor of biological sciences, professor, corresponding member of Russian Academy of Sciences, director, ORCID 0000-0003-1173-1952, AuthorID 587614; *+7 (3532) 30-81-70*
Oleg A. Zavyalov[1], candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of technology for beef cattle breeding and beef production, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; *+7 (3532) 30-81-70, Oleg-Zavyalov83@mail.ru*
[1] Federal Scientific Center of Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

УДК 633.854.54
Код ВАК 06.02.10
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58

Особенности накопления йода в мышцах кроликов на фоне использования антиоксидантов в липосомальной форме

В. С. Паштецкий[1], Д. В. Зубоченко[1], П. С. Остапчук[1]✉, А. А. Зубоченко[1]
[1] Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия
✉*E-mail: ostapchuk_p@niishk.ru*

Аннотация. Проблема насыщения йодом продуктов животноводства для жителей большинства регионов нашей страны требует ее детального изучения, а один из факторов – это получение продуктов животноводства, обогащенных органическим йодом. **Цель исследований –** изучение степени накопления йода в мышечной ткани кроликов на фоне использования липосомальной формы антиоксидантов, обогащенной органическим йодом (ЛФА)**. Методы исследований.** Первая (контрольная) группа получала основной рацион (ОР) в виде полнорационной гранулированной смеси. Опытной второй группе молодняка кроликов калифорнийской породы вводилась ЛФА, изготовленная на основе ламинарий Белого моря из расчета 250 г на тонну кормовой смеси, а третьей опытной группе – ОР + ЛФА с цистозейрой Черного моря. Изучаемые показатели: формирование мясных показателей, химический анализ мышечной ткани, уровень накопления микроэлементов, в том числе йода, в мышечной ткани. **Результаты.** На основе соматометрического метода оценки кроликов выявлено, что у молодняка опытных групп происходит формирование, в большей степени, эйрисомного типа телосложения (от 60 до 70 % от всего поголовья). Корреляционные взаимосвязи экстерьерных особенностей у животных опытных групп определены как положительные и высокодостоверные. Вместе с тем взаимосвязь индекса сбитости связана со следующими промерами: длина туловища +0,67 ($p \leq 0,01$), обхват груди +0,86, ($p \leq 0,001$), длина поясницы +0,61, ($p \leq 0,01$), длина зада +0,71 ($p \leq 0,001$), промеры головы +0,57, ($p \leq 0,05$). Вывялено улучшение данных убойных качеств кроликов опытных, второй и третьей групп: увеличен показатель убойной массы на 12,2 %, а данные массы внутренних органов, отвечающих за пищеварение – в диапазоне от 4,5 до 43,8 %. Отмечено в ходе обвалки тушек процентное содержание мышечной ткани на 10,0–15,9 %, а доля менее частей, в частности, костной ткани, снижается на 8,6–9,9 %. Йод из средней пробы мышечной ткани молодняка второй группы увеличивается на 91,8 мкг ($p \leq 0,05$), а третьей – на 113,3 мкг ($p \leq 0,05$) в сравнении с контрольными аналогами.

Ключевые слова: липосомальная форма антиоксидантов, йод, экстерьер, кролики, мясные показатели, микроэлементы.

Для цитирования: Паштецкий В. С., Зубоченко Д. В., Остапчук П. С., Зубоченко А. А. Особенности накопления йода в мышцах кроликов на фоне использования антиоксидантов в липосомальной форме // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58.

Дата поступления статьи: 20.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Йод является важным микроэлементом, играющим решающую роль в здоровом развитии животных и сельскохозяйственной птицы [1, с. 343]. Йод находится в организме в качестве белковых составов, а в неорганической форме – в незначительных количествах. Обмен йода состоит из следующих фаз. Вначале поступивший в организм йод всасывается в кишечнике, а затем посредством тканевых субстанций следует в щитовидную железу, которая является, по сути, центральным органом, регулирующим обмен йода. Более половины всего йода, находящегося в организме, аккумулируется в тканях щитовидной железы [2, с. 29].

Важным вопросом является биодоступность йода, поскольку лишь органическая форма позволяет ликвидировать йодный дефицит в организме животных [3, с. 34].

Биодоступность йодида для млекопитающих составляет 96 %, в то время как биодоступность органических видов, таких как монойодтирозин, составляет всего 80 % [4, с. 196]. В случае домашнего скота йод не только получают в естественных формах: его поступление также контролируется обогащенным сырьем, поскольку в растениях содержание этого элемента очень низкое – в пределах 0,17–0,70 мкг на 1 кг сухого вещества [5, с. 225].

Однако, выращивая продукцию животноводства, следует учитывать специфичность природных условий того или иного региона Российской Федерации: на Северном Кавказе [6, с. 42], Алтае [7, с. 101], Брянской области [8, с. 57] и в других регионах. Отмечается этот дефицит и в республиках СНГ [9, с. 58, 10, с. 197]. Республика Крым также является эндемиком по содержанию в почве и воде йода [11, с. 15]. Это приводит к тому, что вся продукция, выращенная на полуострове посредством производимых здесь кормов, характеризуется недостатком этого ценного элемента. В доступной литературе механизм вымывания йода из биосферы полуострова объяснён [12, с. 27].

© V. S. Pashtetskiy, D. V. Zubochenko, P. S. Ostapchuk, A. A. Zubochenko, 2020

В 95 странах мира принято законодательство по обогащению соли йодом. В России среднее потребление йода составляет не более 40–80 мкг в сутки, что практически в три раза меньше нормы, которая составляет 150–250 мкг [13, с. 26]. Основными проявлениями йодной недостаточности являются эндемический зоб, гипотиреоз, умственные нарушения, снижение работоспособности и репродуктивной функции [14, с. 81]. Таким образом, данная проблема остается актуальной для жителей Крыма и России в целом, что требует ее детального изучения, а один из факторов обогащения рациона жителей отдельно взятого региона йодом – это выращивание продуктов животноводства, обогащенных органическим йодом [15, с. 34], а вопрос использования йода в животноводстве приобретает практически социальную значимость [16, с. 612]. Вместе с тем малоизученным остается вопрос поступления йода в организм животных. Эффективность применения липосомальных форм антиоксидантов доказана российскими учеными на разных видах сельскохозяйственных животных и птицы [17, с. 79], однако результаты в кролиководстве практически отсутствуют.

В связи с вышеизложенным основной целью исследований стало изучение степени накопления йода в мышечной ткани кроликов на фоне использования липосомальной формы антиоксидантов, обогащенной органическим йодом.

Материал и методы исследований (Methods)

Место проведения работы – ФГБУН «НИИСХ Крыма», отделение полевых культур Красногвардейского района; ЛПХ «Зубоченко» Симферопольского района. Объект исследований – кролики калифорнийской породы. Группы сформированы в среднем по 15–20 голов молодняка: I – контрольная: основной рацион (ОР); II – опытная: ОР + липосомальная форма антиоксидантов с содержанием органического йода из ламинарий Белого моря (смесь *Laminaria digitata* и *Saccharina latissima)* из расчета 250 г на тонну кормовой смеси в виде гранул; III – опытная: ОР + липосомальная форма антиоксидантов с содержанием органического йода из водорослей (цистозейра бородатая (*Cystoseira barbata*) Черного моря) из расчета 250 г на тонну кормовой смеси в виде гранул. Промеры и индексы телосложения изучали по методике Р. М. Нигматуллина и Н. А. Балакирева [18, с. 68]. По достижении средней живой массы 2,6–3,0 кг производили убой по 3 головы из каждой группы с целью изучения мясных качеств кроликов по методике Всероссийского института животноводства. Был рассчитан выход убойной массы по общепринятой методике; изучаемые показатели следующие: убойный выход, масса внутренних органов, обвалка тушек – выход мясной, жировой, соединительной и костной тканей (в процентах). Химический анализ мяса кроликов проводился в соответствии с действующими методиками ГОСТ в агрохимлаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма». Процентное содержание жира, белка, влаги и золы определяли в мышечной ткани определяли в соответствии с нормативными документами – ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ 51479-99 и ГОСТ Р 53642-2009. Расчет калорийности проведен согласно Методическим указаниям по контролю норм вложения сырья и калорийности кулинарных изделий в предприятиях общественного питания. Результаты обработаны статистическими методами.

Результаты исследований (Results)

Оценка телосложения кроликов является первичным этапом в изучении формирования мясности у животных [19]. На основе соматометрического метода оценки кроликов в опыте, выявлено, что у молодняка опытных групп происходит формирвоание в большей степени эйрисомного типа телосложения (от 60 до 70 % от всего поголовья) (рис. 1).

Рис. 1. Динамика формирования типа телосложения у кроликов в период после отъема, %

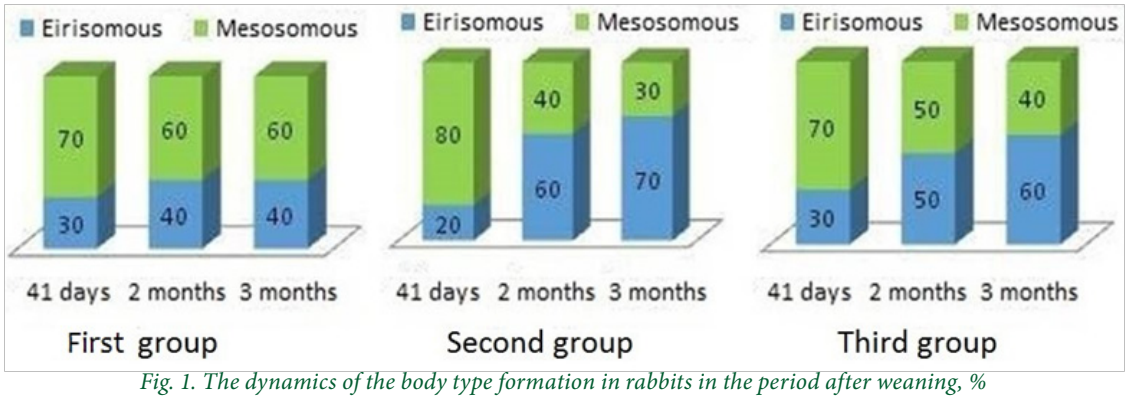


Fig. 1. The dynamics of the body type formation in rabbits in the period after weaning, %

© В. С. Паштецкий, Д. В. Зубоченко, П. С. Остапчук, А. А. Зубоченко, 2020

Таблица 1

Показатели убоя молодняка кроликов, $X \pm S_x$

Показатель	I группа	II группа	III группа
Живая масса, кг	2606,7 ± 37,2	2818,3 ± 46,8*	2696,7 ± 41,7
Убойная масса, кг	1340,0 ± 26,9	1471,7 ± 32,1*	1400,0 ± 28,9
Убойная масса туши (без печени, почек, сердца и легких), кг	1983,0 ± 38,9	2224,3 ± 51,1*	2105,0 ± 49,7
Убойный выход, %	51,4 ± 0,3	52,2 ± 0,4	51,9 ± 0,3
Голова, г	164,3 ± 2,1	183,3 ± 4,5*	173,7 ± 4,9
Шкура, г	360,7 ± 7,4	410,0 ± 5,8**	396,3 ± 12,4*
Почки, г	19,0 ± 0,8	22,3 ± 1,0*	21,7 ± 1,4
Печень, г	76,0 ± 2,3	106,7 ± 8,3*	84,7 ± 2,6*
Легкие, г	15,7 ± 0,9	20,0 ± 1,9	19,3 ± 1,3*
Сердце, г	7,3 ± 0,6	10,3 ± 0,6*	9,3 ± 0,6*
Желудок, г	106,7 ± 2,8	153,3 ± 14,0*	116,7 ± 3,0*
Кишечник, г	312,7 ± 3,2	326,7 ± 3,2*	320,7 ± 6,0

*Примечание: здесь и далее в таблицах – уровни достоверности: * $p \le 0,05$; ** $p \le 0,01$; *** $p \le 0,001$.*

Table 1

Indicators of slaughter of young rabbits, $X \pm S_x$

Indicator	*First group*	*Second group*	*Third group*
Live weight, kg	*2606.7 ± 37.2*	*2818.3 ± 46.8**	*2696.7 ± 41.7*
Slaughter weight, kg	*1340.0 ± 26.9*	*1471.7 ± 32.1**	*1400.0 ± 28.9*
Carcass slaughter weight (without liver, kidneys, heart and lungs), kg	*1983.0 ± 38.9*	*2224.3 ± 51.1**	*2105.0 ± 49.7*
Slaughter output from the carcass, %	*51.4 ± 0.3*	*52.2 ± 0.4*	*51.9 ± 0.3*
Head, g	*164.3 ± 2.1*	*183.3 ± 4.5**	*173.7 ± 4.9*
Skin, g	*360.7 ± 7.4*	*410.0 ± 5.8***	*396.3 ± 12.4**
Kidneys, g	*19.0 ± 0.8*	*22.3 ± 1.0**	*21.7 ± 1.4*
Liver, g	*76.0 ± 2.3*	*106.7 ± 8.3**	*84.7 ± 2.6**
Lungs, g	*15.7 ± 0.9*	*20.0 ± 1.9*	*19.3 ± 1.3**
Heart, g	*7.3 ± 0.6*	*10.3 ± 0.6**	*9.3 ± 0.6**
Stomach, g	*106.7 ± 2.8*	*153.3 ± 14.0**	*116.7 ± 3.0**
The intestines, g	*312.7 ± 3.2*	*326.7 ± 3.2**	*320.7 ± 6.0*

*Note: hereinafter in the tables – confidence levels: * $p \le 0.05$; ** $p \le 0.01$; *** $p \le 0.001$.*

Нами была рассчитана сопряженность промеров кроликов с живой массой и индексом сбитости. Отмечена положительная и достоверная взаимосвязь между показателями живой массы и промеров длины туловища и головы у животных контрольной группы; у них же индекс сбитости коррелирует ($p \le 0,01$) лишь с обхватом груди ($r = +0,86$).

Практически по всем показателям взаимосвязи телосложения у животных II и III опытных групп выявлена положительная с высоким уровнем достоверности взаимосвязь ($p \le 0,05 \ldots 0,001$): индекс сбитости – с длиной туловища ($r = +0,67$), обхватом груди ($r = +0,86$), длиной поясницы ($r = +0,61$), длиной зада ($r = +0,71$) и промерами головы ($r = +0,57$).

Результаты проведения мероприятий по изучению убойных качеств молодняка кроликов изложены в таблице 1. Молодняк II группы отличался достоверным преимуществом по убойной массе на 131,7 г (9,8 %), а по убойной массе без внутренних органов – на 241,3 г (12,2 %). У животных также более массивны голова (19,0 г, или 11,6 %) и шкура (49,3 г, или 13,7 %). Отмечено достоверное преимущество внутренних органов, отвечающих за пищеварение: печень (30,7 г, или 40,4 %), желудок (46,7 г, или 43,8 %) и кишечник (14,0 г, или 4,5 %). Достоверным преимуществом также отличается развитие органов, непосредственно участвующих в обмене веществ организма: сердце (3,0 г, или 40,9 %) и почки (3,3 г, или 17,5 %).

У молодняка III опытной группы достоверное преимущество отмечено лишь по массе шкуры (35,7 г, или 9,9 %), печени (8,7 г, или 11,4 %), легких (3,7 г, или 23,4 %), сердца (2,0 г, или 27,3 %) и желудка (10,0 г, или 9,4 %). Важность изучения развития внутренних органов кроликов доказана также и в исследованиях Г. В. Обухова с соавторами [20, с. 46].

Была произведена обвалка тушек кроликов изучаемых групп. Результаты представлены в таблице 2.

У молодняка II группы в весовом значении отмечено достоверно повышенное содержание мышечной (на 149,3 г, или 15,9 %) и жировой (10,7 г, или 43,2 %) тканей, а костной (27,0 г, или 8,6 %) и соединительной (1,3 г, или 2,0 %) – снижение содержания в туше. В процентном соотношении аналогичные преимущества сохраняются: по мышечной (3,9 абс. %) и жировой ткани (0,6 абс. %). Соответственно, наблюдалось меньше соединительной (3,9 абс. %) и костной (0,5 абс. %) тканей.

Достоверно выше содержание мышечной ткани отмечено и у молодняка III группы: разница составляет 93,3 г, или 10,0 %, а костной – снижение на 31,0 г, или 9,9 %. Соответственно, и по процентному соотношению сохраняется такая же закономерность: по мышечной ткани разница с контролем составляет 3,5 абс. % (5,0 %), а костной ткани – на 3,3 абс. % (14,0 %).

Таблица 2

Обвалка тушек кроликов, $X \pm S_x$

Показатель		I группа	II группа	III группа
Средняя масса тушки, г		1340,0 ± 26,9	1471,7 ± 32,1*	1403,3 ± 31,4
Граммов	мышечная ткань	936,3 ± 18,7	1085,7 ± 26,3**	1029,7 ± 24,0*
	костная ткань	313,7 ± 6,0	286,7 ± 4,9*	282,7 ± 8,3*
	жировая ткань	24,7 ± 1,4	35,3 ± 1,0**	26,3 ± 1,7
	соединительная ткань	65,3 ± 3,3	64,0 ± 3,5	64,7 ± 2,8
%	мышечная ткань	69,9 ± 0,3	73,8 ± 0,3***	73,4 ± 0,4**
	костная ткань	23,4 ± 0,1	19,5 ± 0,3***	20,1 ± 0,3***
	жировая ткань	1,8 ± 0,1	2,4 ± 0,1*	1,9 ± 0,1
	соединительная ткань	4,9 ± 0,2	4,3 ± 0,1	4,6 ± 0,3

Table 2

Boning of rabbit carcasses, $X \pm S_x$

Indicator		*First group*	*Second group*	*Third group*
Average carcass weight, g		*1340.0 ± 26.9*	*1471.7 ± 32.1**	*1403.3 ± 31.4*
Grams	*muscle tissue*	*936.3 ± 18.7*	*1085.7 ± 26.3***	*1029.7 ± 24.0**
	bone tissue	*313.7 ± 6.0*	*286.7 ± 4.9**	*282.7 ± 8.3**
	adipose tissue	*24.7 ± 1.4*	*35.3 ± 1.0***	*26.3 ± 1.7*
	connective tissue	*65.3 ± 3.3*	*64.0 ± 3.5*	*64.7 ± 2.8*
%	*muscle tissue*	*69.9 ± 0.3*	*73.8 ± 0.3****	*73.4 ± 0.4***
	bone tissue	*23.4 ± 0.1*	*19.5 ± 0.3****	*20.1 ± 0.3****
	adipose tissue	*1.8 ± 0.1*	*2.4 ± 0.1**	*1.9 ± 0.1*
	connective tissue	*4.9 ± 0.2*	*4.3 ± 0.1*	*4.6 ± 0.3*

Таблица 3

Химический состав мышечной ткани и расчет питательной ценности проб мышечной ткани в среднем, $X \pm S_x$

Группа	Белок, %	Жир, %	Влага, %	Калорийность на 100 г, ккал
I	20,62 ± 0,30	3,81 ± 0,54	71,50 ± 0,38	83,17 ± 2,89
II	22,15 ± 0,18	6,43 ± 0,61	71,09 ± 0,72	103,53 ± 3,00**
III	21,86 ± 0,19*	6,44 ± 0,60*	71,53 ± 0,67	103,70 ± 3,52**

Table 3

Chemical composition of muscle tissue and calculation of the nutritional value of muscle tissue samples on average, $X \pm S_x$

Group	*Protein, %*	*Fat, %*	*Moisture, %*	*Calories per 100 g, kcal*
First	*20.62 ± 0.30*	*3.81 ± 0.54*	*71.50 ± 0.38*	*83.17 ± 2.89*
Second	*22.15 ± 0.18*	*6.43 ± 0.61*	*71.09 ± 0.72*	*103.53 ± 3.00***
Third	*21.86 ± 0.19**	*6.44 ± 0.60**	*71.53 ± 0.67*	*103.70 ± 3.52***

Таблица 4

Содержание макро- и микроэлементов в среднем в мышечной ткани кроликов исследуемых групп, мкг/кг, $X \pm S_x$

Группа	I	Se	Co	Cu
I	56,0 ± 8,0	0,08 ± 0,02	0,01 ± 0,001	2,8 ± 0,3**
II	147,8 ± 29,0*	0,06 ± 0,003	0,01 ± 0,002	1,1 ± 0,2
III	169,3 ± 31,6**	0,05 ± 0,01	0,01 ± 0,003	4,2 ± 0,4*

Table 4

The average content of macro-and microelements in the muscle tissue of rabbits of the studied groups, mcg/kg, $X \pm S_x$

Group	*I*	*Se*	*Co*	*Cu*
First	*56.0 ± 8.0*	*0.08 ± 0,02*	*0.01 ± 0.001*	*2.8 ± 0.3***
Second	*147.8 ± 29.0**	*0.06 ± 0.003*	*0.01 ± 0.002*	*1.1 ± 0.2*
Third	*169.3 ± 31.6***	*0.05 ± 0.01*	*0.01 ± 0.003*	*4.2 ± 0.4**

В обеих опытных группах отмечено снижение соединительной ткани, однако установленная разница недостоверна.

Данные химического состава и питательности мышечной ткани средней пробы приведены в таблице 3. Отмечено достоверное преимущество у молодняка третьей опытной группы по содержанию белка на 6,0 %, а жира – на 69,0 % в сравнении с контролем. За счет высоких значений коэффициента вариации у показателей мышечной ткани молодняка второй опытной группы это преимущество не является достоверным. Однако показатель калорийности мышечной ткани в среднем отмечен у мышечной ткани молодняка второй опытной группы в пределах 24,5 %, а третьей опытной группы – на 24,7 %.

В таблице 4 приведены данные накопления микроэлементов в средней пробе мышечной ткани кроликов изучаемых групп.

Содержание йода в средней пробе мышечной ткани в опытных группах молодняка кроликов накапливается следующим образом: во второй группе – на 91,8 мкг ($p \leq 0,05$), а в третьей – на 113,3 мкг ($p \leq 0,05$).

Содержание селена, в свою очередь, варьируется от 0,05 до 0,08 мкг/кг, кобальта – 0,01 мкг по всем трем группам, меди – от 4,2 у животных третьей группы до 1,1 у животных второй. Таким образом, влияние на прочие элементы, кроме йода, липосомальная форма антиоксидантов без обогащения этих элементов практически не оказывает.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Общеизвестно, что ряд болезней (как человека, так и животных) вызван дефицитом йода [21, с. 542]. Хотя отмечен положительный эффект йода и препаратов на его основе на организм животных [22, с. 814], [23, с. 2756], исследования, охватывающие влияние субстанций в липосомальной форме, содержащих йод, на показатели качества продуктов животного происхождения, практически мало представлены в научной литературе. В ходе применения соматометрического метода оценки эктсерьера кроликов выявлено, что у молодняка опытных групп происходит формирование в большей степени эйрисомного типа телосложения (от 60 до 70 % от всего поголовья). По всем показателям корреляции изучаемых соматических параметров у молодняка II и III групп отмечена положительная и высокодостоверная взаимосвязь, а сопряженность индекса сбитости коррелирует положительно с длиной туловища ($r = +0,67$, $p \leq 0,01$), обхватом груди ($r = +0,86$, $p \leq 0,001$), длиной поясницы ($r = +0,61$, $p \leq 0,01$), длиной зада ($r = +0,71$, $p \leq 0,001$) и промерами головы ($r = +0,57$, $p \leq 0,05$). В наших исследованиях изучена эффективность влияния липосомальной формы антиоксидантов, обогащенных йодом, на формирование мясной продуктивности кроликов и биологической полноценности мяса. Установлено улучшение показателей убоя: увеличивается убойная масса на 12,2 %, а масса внутренних органов, отвечающих за пищеварение, на 4,5–43,8%. Отмечается процентное увеличение мышечной ткани при обвалке на 10,0–15,9 %, снижается доля малоценных частей в туше – костной ткани – на 8,6–9,9 %. Йод в средней пробе мышечной ткани опытных групп увеличивается на 91,8 мкг ($p \leq 0,05$) у животных второй группы и на 113,3 мкг ($p \leq 0,05$) третьей в сравнении с контролем.

Библиографический список

1. Ильязов Р. Г., Паштецкий В. С., Стройнова С. Ю., Заверняев Ю. А., Слепокуров А. С., Остапчук П. С., Паштецкий А. В., Туйгульдина Э. И. Перспективы использования липосомальных технологий в животноводстве и птицеводстве для производства биологически полноценных и функциональных продуктов питания, обогащенных органическим йодом, в условиях Крыма // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы международной научной конференции. Ялта, 2019. С. 342–343.
2. Карабаева М. Э. Проблема йододефицита у животных // Эффективное животноводство. 2018. С. 28–29.
3. Карабаева М. Э. Использование йодказеина для повышения полноценности кормления молодняка овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2015. № 2. С. 31–34.
4. Hou X., Hansen V., Aldahan A. A review on speciation of iodine-129 in the environmental and biological samples // Analytica Chimica Acta. 2009. No. 632. Pp. 181–196.
5. Meyer U., Weigel K., Schöne F. Effect of dietary iodine on growth and iodine status of growing fattening bulls // Livestock Science. 2008. 115. Pp. 219–225.
6. Селионова М. И., Михайленко А. К., Чижова Л. Н., Чотчаева Ч. Б., Суржикова Е. С. Морфо-биохимические функции организма овец и их коррекция в условиях йододефицита // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 1. С. 42–53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53.
7. Афанасьева А. И., Сарычев В. А. Влияние различных доз йодсодержащего препарата «Монклавит-1» на уровень тиреоидных гормонов щитовидной железы в крови лакирующих овец Западносибирской мясной породы // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6. С. 100–104.
8. Коробова Е. М., Березкин В. Ю., Колмыкова Л. И., Корсакова Н. В., Кригман Л. В. Дефицит йода в агроландшафтах Брянской области // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. № 3. С. 57–65.
9. Федоренко Е. В., Коломиец Н. Д., Мохорт Т. В., Волченко А. Н., Мохорт Е. Г., Петренко С. В., Сычик С. И. Информирование о риске как элемент устойчивости стратегии ликвидации йоддефицитных заболеваний в Беларуси // Анализ риска здоровью. 2019. № 1. С. 58–67. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.06.
10. Исмаилов С. И., Рашитов М. М. Результаты эпидемиологических исследований распространенности йододефицитных заболеваний в Республике Узбекистан // Международный эндокринологический журнал. 2017. № 13. С. 197–201. DOI: 10.22141/2224-0721.13.3.2017.104119.

11. Иванов С. В., Гук М. Г., Фазылова Ф. Р., Плиско Е. Ф. Взаимосвязь химического состава почвы и поверхностных вод Республики Крым и их влияние на развитие эндемичных заболеваний // Центральный научный вестник. 2018. Т. 3. № 10 (51). С. 15–19.
12. Безруков О. Ф., Ильченко Ф. Н., Аблаев Э. Э., Зима Д. В. Геохимические факторы зобообразования // Таврический медико-биологический вестник. 2017. Т. 20. № 3. С. 23–27.
13. Мельниченко Г. А., Трошина Е. А., Платонова Н. М., Савчук П. О., Якунчикова М. С. Осведомленность населения России о йододефицитных заболеваниях // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2016. Т. 12. № 3. С. 25–26. DOI: 10.14341/ket2016325-30.
14. Трошина Е. А. Абдулхабирова Ф. М., Федак И. Р., Платонова Н. М., Пронина Л. О., Кавтарадзе С. Р., Арбузова М. И., Ильин А. В. Результаты эпидемиологических исследований беременных женщин в Российской Федерации по проекту «Тиромобиль» // Терапевтический архив. 2008. Т. 80. № 2. С. 78–81.
15. Орлова О. Ю., Пилипенко Т. В., Нилова Л. П., Никулина М. В. Традиционные и перспективные растительные источники йода для обогащения пищевых продуктов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. № 4. С. 26–34.
16. Олива Т. В., Горшков Г. И. Обогащение йодом и повышение пищевой ценности птицеводческой продукции: мяса и яиц // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 612.
17. Ильязов Р. Г., Токарев В. П., Заверняев Ю. А., Ахметзянова Ф. К., Асташева Н. П. Повышение мясо-молочной продуктивности при введении липосомальных форм антиоксидантов в рацион жвачных животных // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 223. № 3. С. 75–79.
18. Нигматуллин Р. М., Балакирев Н. А. Экстерьерно-конституциональные особенности кроликов основных пород, разводимых в Российской Федерации // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 11 (97). С. 63–68.
19. Берестова Н. В., Макаренко Л. Я. Сравнительная оценка условий выращивания кроликов породы серебристый по продуктивно-биологическим показателям // Вестник КрасГАУ. 2016. № 3. С. 129–134.
20. Обухов Г. В., Горелик О. В., Лоретц О. Г. Откормочные и мясные качества кроликов // Аграрный вестник Урала. 2016. № 09 (151). С. 42–46.
21. Yakubchak O. M., Zabarna I. V., Taran T. V., Prosaniy S. B., Dzhmil V. I. Use of iodine preparation in rabbit breeding // Ukrainian Journal of Ecology. 2018. No. 8 (1). Pp. 542–546. DOI: 10.15421/2017_247.
22. Ong C. B., Herdt T. H., Fitzgerald S. D. Hyperplastic goiter in two adult dairy cows // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2014. No. 26 (6). Pp. 810–814. DOI:10.1177/1040638714554441.
23. Zhang P., Zhi Y. L., Fang H. W., Wu Z. Y., Chen T. W., Jiang J., Chen S. Y. Effects of polyvinylpyrrolidone-iodine on tendon-bone healing in a rabbit extra-articular model // Experimental and Therapeutic Medicine. 2017. No. 13 (6). Pp. 2751–2756. DOI:10.3892/etm.2017.4359.

Об авторах:
Владимир Степанович Паштецкий[1], доктор сельскохозяйственных наук, директор, ORCID 0000-0002-3908-733X, AuthorID 849074; *+7 (365) 256-00-07, pvs98a@gmail.com*
Денис Викторович Зубоченко[1], научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, протеомики и биоинформатики в сельском хозяйстве, ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695; *+7 (365) 256-00-07, denis.zubochenko@mail.ru*
Павел Сергеевич Остапчук[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследований технологический приемов в животноводстве и растениеводстве, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978; *+7 (365) 256-00-07, ostapchuk_p@niishk.ru*
Алла Анатольевна Зубоченко[1], заведующая лабораторией агрохимических исследований, ORCID 0000-0003-3393-9885, AuthorID 855849; *+7 (365) 256-00-07, zubochenko_a@niishk.ru*
[1] Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

Features of the accumulation of iodine in the muscles of rabbits against the background of the use of antioxidants in liposomal form

V. S. Pashtetskiy[1], D. V. Zubochenko[1], P. S. Ostapchuk[1]✉, A. A. Zubochenko[1]
[1] Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia
✉*E-mail: ostapchuk_p@niishk.ru*

Abstract. The problem of iodine saturation of livestock products for residents of most regions of our country requires a detailed study. One of the factors is the obtaining of livestock products enriched with organic iodine. The study of the degree of accumulation of iodine in the muscle tissue of rabbits at the background of the use of liposomal form of antioxidants enriched with

organic iodine (LFA) was **the main purpose of the research. Methods.** An experiment on rabbits of the California breed were used. The first control group received the main diet (MD) in the form of a granular mixture. The experimental second group was given LFA based on White sea laminarias at the rate of 250 g per ton of feed mixture of MD. The third experimental group was injected with MD the LFA with Black sea Cystoseira. The formation of meat indicators, chemical analysis of muscle tissue, the level of accumulation of trace elements, including iodine in muscle tissue was studied indicators. **Results.** Based on the somatometric method of evaluating rabbits, it was found that the young animals of the experimental groups form a more eirisomus-type body (from 60 to 70 % of the total population). All indicators of the interactions of somatic parameters in the young groups II and III positive and highly significant correlation, and the correlation index of the density of the body correlated positively with body length ($r = +0,67$, $p \leq 0.01$), chest girth ($r = +0,86$, $p \leq 0.001$), length of loin ($r = +0,61$, $p \leq 0,01$), the length of the backside ($r = +0.71$, $p \leq 0.001$) and head measurement ($r = +0,57$, $p \leq 0.05$). An improvement of the indicators of slaughter of experimental groups of young animals was stated. The slaughter weight increases by 12.2 %, and the mass of internal organs responsible for digestion by 4.5–43.8 %. A percentage of increase in muscle tissue during boning by 10.0–15.9 % and a decrease in the proportion of low-value parts in the carcass-bone tissue by 8.6–9.9 % was stated. Iodine in the average sample of muscle tissue of the experimental groups increases by 91.8 mcg ($p \leq 0.05$) in animals of the second group and by 113.3 mcg ($p \leq 0.05$) of the third group.

Keywords: liposomal form of antioxidants, iodine, exterior, rabbits, meat indicators, trace elements.

For citation: Pashtetskiy V. S., Zubochenko D. V., Ostapchuk P. S., Zubochenko A. A. Osobennosti nakopleniya yoda v myshtsakh krolikov na fone ispol'zovaniya antioksidantov v liposomal'noy forme [Features of the accumulation of iodine in the muscles of rabbits against the background of the use of antioxidants in liposomal form] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58. (In Russian.)

Paper submitted: 20.04.2020.

References

1. Il'yazov R. G., Pashtetskiy V. S., Stroynova S. Yu., Zavernyaev Yu. A., Slepokurov A. S., Ostapchuk P. S., Pashtetskiy A. V., Tuygul'dina E. I. Perspektivy ispol'zovaniya liposomal'nykh tekhnologiy v zhivotnovodstve i ptitsevodstve dlya proizvodstva biologicheski polnotsennykh i funktsional'nykh produktov pitaniya, obogashchennykh organicheskim yodom, v usloviyakh Kryma [Prospects for the use of liposomal technology in livestock and poultry for production of biologically complete and functional foods, enriched with organic iodine, in the Crimea] // Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Yalta, 2019. Pp. 342–343 (In Russian.)

2. Karabaeva M. E. Problema yododefitsita u zhivotnykh [The Problem of iodine deficiency in animals] // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2018. Pp. 28–29. (In Russian.)

3. Karabaeva M. E. Ispol'zovanie yodkazeina dlya povysheniya polnotsennosti kormleniya molodnyaka ovets [Use of yodkazein to increase the usefulness of feeding young sheep] // Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo. 2015. No. 2. Pp. 31–34. (In Russian.)

4. Hou X., Hansen V., Aldahan A. A review on speciation of iodine-129 in the environmental and biological samples // Analytica Chimica Acta. 2009. No. 632. Pp. 181–196.

5. Meyer U., Weigel K., Schöne F. Effect of dietary iodine on growth and iodine status of growing fattening bulls // Livestock Science. 2008. 115. Pp. 219–225.

6. Selionova M. I., Mikhaylenko A. K., Chizhova L. N., Chotchaeva Ch. B., Surzhikova E. S. Morfo-biokhimicheskie funktsii organizma ovets i ikh korrektsiya v usloviyakh yododefitsita [Morphobiochemical functions of the sheep organism and their adjustment in the conditions of iodine deficiency] // South of Russia: ecology, development. 2019. Vol. 14. No. 1. Pp. 42–53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53 (In Russian.)

7. Afanas'eva A. I., Sarychev V. A. Vliyanie razlichnykh doz yodsoderzhashchego preparata "Monklavit-1" na uroven' tireoidnykh gormonov shchitovidnoy zhelezy v krovi lakiruyushchikh ovets Zapadnosibirskoy myasnoy porody [The effect of various doses of iodinated drug "Monklavit-1" on thyroid hormone level in the blood of lactation ewes of Wes-Siberian Meat Breed] // The Bulletin of KrasGAU. 2018. No. 6. Pp. 100–104. (In Russian.)

8. Korobova E. M., Berezkin V. Yu., Kolmykova L. I., Korsakova N. V., Krigman L. V. Defitsit yoda v agrolandshaftakh Bryanskoy oblasti [Iodine deficiency in agriculture landscapes of the Bryansk Region] // RUDN Journal of Ecology and Life Safety. 2016. No. 3. Pp. 100–104. (In Russian.)

9. Fedorenko E. V., Kolomiets N. D., Mokhort T. V., Volchenko A. N., Mokhort E. G., Petrenko S. V., Sychik S. I. Informirovanie o riske kak element ustoychivosti strategii likvidatsii yoddefitsitnykh zabolevaniy v Belarusi [Risk communication as a component that provides stability of strategy aimed at eliminating diseases caused by iodine deficiency in Belarus] // Health Risk Analysis. 2019. No. 1. Pp. 58–67. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.06.eng (In Russian.)

10. Ismailov S. I., Rashitov M. M. Rezul'taty epidemiologicheskikh issledovaniy rasprostranennosti yododefitsitnykh zabolevaniy v Respublike Uzbekistan [Results of epidemiological studies on the prevalence of iodine deficiency disorders in the Republic of Uzbekistan] // International Journal of Endocrinology. 2017. No. 13. Pp. 197–201. DOI: 10.22141/2224-0721.13.3.2017.104119. (In Russian.)

11. Ivanov S. V., Guk M. G., Fazylova F. R., Plisko E. F. Vzaimosvyaz' khimicheskogo sostava pochvy i poverkhnostnykh vod Respubliki Krym i ikh vliyanie na razvitie endemichnykh zabolevaniy [Interrelation of chemical composition of soil and surface waters of the Republic of Crimea and their influence on the development of endemic diseases] // Tsentral'nyy nauchnyy vestnik. 2018. Vol. 3. No. 10 (51). Pp. 15–19. (In Russian.)
12. Bezrukov O. F., Il'chenko F. N., Ablaev E. E., Zima D. V. Geokhimicheskie faktory zoboobrazovaniya [Geochemical factors of goiter formation] // Tavricheskiy Mediko-Biologicheskiy Vestnik. 2017. Vol. 20. No. 3. Pp. 23–27. (In Russian.)
13. Mel'nichenko G. A., Troshina E. A., Platonova N. M., Savchuk P. O., Yakunchikova M. S. Osvedomlennost' naseleniya Rossii o yododefitsitnykh zabolevaniyakh [Awareness of the Russian population about iodine-deficient diseases] // Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya. 2016. Vol. 12. No. 3. Pp. 25–26. DOI: 10.14341/ket2016325-30. (In Russian.)
14. Troshina E. A. Abdulkhabirova F. M., Fedak I. R., Platonova N. M., Pronina L. O., Kavtaradze S. R., Arbuzova M. I., Il'in A. V. Rezul'taty epidemiologicheskikh issledovaniy beremennykh zhenshchin v Rossiyskoy Federatsii po proektu "Tiromobil'" [Results of epidemiological studies of pregnant women in the Russian Federation under the project "Tyromobil"] // Therapeutic archive. 2008. T. 80. No. 2. Pp. 78–81. (In Russian.)
15. Orlova O. Yu., Pilipenko T. V., Nilova L. P., Nikulina M. V. Traditsionnye i perspektivnye rastitel'nye istochniki yoda dlya obogashcheniya pishchevykh produktov [Traditional and perspective vegetable sources of iodine for enrichment of foodstuff] // Scientific journal NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment". 2015. No. 4. Pp. 26–34. (In Russian.)
16. Oliva T. V., Gorshkov G. I. Obogashchenie yodom i povyshenie pishchevoy tsennosti ptitsevodcheskoy produktsii: myasa i yaits [Iodine Enrichment and increasing the nutritional value of poultry products: meat and eggs] // Modern problems of science and education. 2014. No. 5. P. 612 (In Russian.)
17. Il'yazov R. G., Tokarev V. P., Zavernyaev Yu. A., Akhmetzyanova F. K., Astasheva N. P. Povyshenie myaso-molochnoy produktivnosti pri vvedenii liposomal'nykh form antioksidantov v ratsion zhvachnykh zhivotnykh [Increasing of meat-and-dairy productivity when introducing of liposomal forms of antioxidants in the ruminant diet] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana. 2015. T. 223. No. 3. Pp. 75–79. (In Russian.)
18. Nigmatullin R. M., Balakirev N. A. Ekster'erno-konstitutsional'nye osobennosti krolikov osnovnykh porod, razvodimykh v Rossiyskoy Federatsii [Exterior and constitutional features of rabbits of the main breeds bred in the Russian Federation] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. No. 11 (97) Pp. 63–68. (In Russian.)
19. Berestova N. V., Makarenko L. Ya. Sravnitel'naya otsenka usloviy vyrashchivaniya krolikov porody serebristyy po produktivno-biologicheskim pokazatelyam [Comparative assessment of cultivation conditions of rabbits of breed Silvery on productive and biological indicators] // The Bulletin of KrasGAU. 2016. No. 3. Pp. 129–134. (In Russian.)
20. Obukhov G. V., Gorelik O. V., Loretts O. G. Otkormochnye i myasnye kachestva krolikov [Fattening and carcass traits of rabbits] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 10. Pp. 42–46. (In Russian.).
21. Yakubchak O. M., Zabarna I. V., Taran T. V., Prosaniy S. B., Dzhmil V. I. Use of iodine preparation in rabbit breeding // Ukrainian Journal of Ecology. 2018. No. 8 (1). Pp. 542–546. DOI: 10.15421/2017_247.
22. Ong C. B., Herdt T. H., Fitzgerald S. D. Hyperplastic goiter in two adult dairy cows // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2014. No. 26 (6). Pp. 810–814. DOI:10.1177/1040638714554441.
23. Zhang P., Zhi Y. L., Fang H. W., Wu Z. Y., Chen T. W., Jiang J., Chen S. Y. Effects of polyvinylpyrrolidone-iodine on tendon-bone healing in a rabbit extra-articular model // Experimental and Therapeutic Medicine. 2017. No. 13 (6). Pp. 2751–2756. DOI:10.3892/etm.2017.4359.

Authors' information:
Vladimir S. Pashtetskiy[1], doctor of agricultural sciences, director, ORCID 0000-0002-3908-733X, AuthorID 849074; *+7 (365) 256-00-07*, *pvs98a@gmail.com*
Denis V. Zubochenko[1], researcher of the laboratory of molecular genetics, proteomics and bioinformatics in agriculture, ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695; *+7 (365) 256-00-07*, *denis.zubochenko@mail.ru*
Pavel S. Ostapchuk[1], candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory for research of technological in animal husbandry and crop production, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978; *+7 (365) 256-00-07*, *ostapchuk_p@niishk.ru*
Alla A. Zubochenko[1], head of the agrochemical research laboratory, ORCID 0000-0003-3393-9885, AuthorID 855849; *+7 (365) 256-00-07*, *zubochenko_a@niishk.ru*
[1] Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

УДК 619:616.98:578.831
Код ВАК 06.02.01
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-59-67

Значение комплексной лабораторной диагностики ОРВИ крупного рогатого скота для ветеринарной практики

А. П. Порываева[1], О. Г. Петрова[1], Е. В. Печура[1]✉, Н. А. Безбородова[1], Я. Ю. Лысова[1]
[1] Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия
✉*E-mail: info@urnivi.ru*

Аннотация. В данной статье обобщены результаты лабораторных исследований острых респираторных вирусных инфекций у крупного рогатого скота в сельскохозяйственных предприятиях Уральского Федерального округа и Удмуртской Республики. **Целью исследований** было показать распространение респираторных вирусных инфекций у крупного рогатого скота в различных регионах и значение лабораторной диагностики при этой патологии. По данным исследований 815 проб за период 2018–2020 гг. биоматериала от разновозрастных больных и переболевших респираторными болезнями крупного рогатого скота из сельскохозяйственных предприятий Уральского федерального округа, Приволжского федерального округа и Удмуртской Республики, **методами** полимеразной цепной реакции, реакции непрямой гемагглютинации, реакции торможения гемагглютинации, иммуноферментного анализа (ИФА) выявлено разнообразие комбинаций смешанных респираторных вирусов у животных**. Научная новизна.** Изучена этиологическая структура смешанных острых респираторных вирусных инфекций у крупного рогатого скота в сельскохозяйственных предприятиях четырех регионов Уральского Федерального Округа, Приволжского Федерального Округа и Удмуртской Республики в 2018–2020 гг. с помощью современных диагностических технологий**. Результаты**. В УрФО, ПФО и Удмуртской Республике в 80 % случаев острые респираторные заболевания вызывали возбудители вирусных инфекций крупного рогатого скота, в основном представители двух семейств вирусов, геном которых представлен молекулой РНК (парамиксовирусы, тогавирусы) и семейства вирусов, геном которых представлен молекулой ДНК (герпесвирусы). Ведущее место среди острых инфекций дыхательных путей занимал инфекционный ринотрахеит крупного рогатого скота.

Ключевые слова: острые респираторные вирусные инфекции, инфекционный ринотрахеит, вирусная диарея, парагрипп типа 3, респираторно-синцитиальная инфекция, лабораторная диагностика, крупный рогатый скот.

Для цитирования: Порываева А. П., Петрова О. Г., Печура Е. В., Безбородова Н. А., Лысова Я. Ю. Значение комплексной лабораторной диагностики ОРВИ крупного рогатого скота для ветеринарной практики // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 59–67. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-59-67.

Дата поступления статьи: 30.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Одной из актуальных проблем инфекционной патологии в животноводстве остается широкое распространение заболеваний, этиологические агенты которых относятся к группе возбудителей острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) крупного рогатого скота [1, с. 39], [5, с. 114]. Они являются основным кофактором в развитии патологии не только дыхательной системы, но и репродуктивной, сердечно-сосудистой, центральной нервной системы [6, с. 71], [8, с. 954], [17, с. 45]. Кроме того, возбудители ОРВИ – вирусы инфекционного ринотрахеита (ИРТ), вирусной диареи (ВД), респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ), парагриппа 3 типа (ПГ-3) – обладают способностью индуцировать иммуносупрессивное и иммунодефицитное состояния организма [8, с. 958], [9, с. 1], [13, с. 150]. В исследованиях российских и зарубежных ученых было доказано, что ОРВИ крупного рогатого скота в 95 % случаев представляют собой ассоциативные болезни (смешанные, микст-инфекции) [8, с. 958], [12, с. 69], [14, с. 117], [18, с. 44]. Антигенный состав ассоциаций представляет собой поликомпонентные системы: «вирус + вирус», «вирус + бактерия», «вирус + простейшие» и так далее [13, с. 148], [16, с. 18]. Клиническая диагностика таких болезней затруднена, поскольку симптоматика респираторных заболеваний сходна при моно-инфекциях и микст-инфекциях [2, с. 134], [4, с. 30], [8, с. 954].

В современной ветеринарной практике диагноз острая респираторная вирусная инфекция базируется на обязательном лабораторном подтверждении наличия инфекционного возбудителя. Основные лабораторно-диагностические методы обследования крупного рогатого скота при подозрении на ОРВИ-заболевания – это серологический скрининг специфических антител к возбудителям ОРВИ; выявление антигенов и/или их генома в биопробах, выделение возбудителя на чувствительных клеточных культурах [3, с. 66], [9, с. 2], [11, с. 112]. Такое оптимальное сочетание методов лабораторной диагностики, направленной на расшифровку этиологической структуры заболеваний, позволяет, во-первых, разработать оптимальную тактику лечебно-профилактических и противоэпизоотических

© A. P. Poryvaeva, O. G. Petrova, E. V. Pechura, N. A. Bezborodova, Ya. Yu. Lysova, 2020

мероприятий, во-вторых, существенно снизить экономические потери животноводческих сельхозпредприятий [4, с. 32], [8, с. 958], [10, с. 39], [12, с. 67]. Как показывает практика, лабораторная верификация при большинстве респираторных вирусных инфекций проводится не в полном объеме.

В ветеринарной лабораторной практике для осуществления задач по расшифровке этиологической структуры острых респираторных заболеваний у крупного рогатого скота, для мониторинга за эпизоотической ситуацией по ОРВИ на территориях используется метод серологического скрининга [5, с. 115], [7, с. 362], [15, с. 43], [18, с. 44]. Считается, что серологический скрининг является наиболее информативным исследованием, которое при минимальных экономических затратах позволяет, во-первых, определить серопозитивных к возбудителям ОРВИ КРС больных животных вне зависимости от клинического течения инфекционного процесса и их прививочного статуса. Во-вторых, оценить эффективность вакцинопрофилактики против возбудителей ОРВИ КРС в популяциях сельскохозяйственных животных [5, с. 115], [15, с. 43].

Однако для более детальной характеристики эпизоотического процесса при ОРВИ, прогноза эпизоотического риска необходимо проведение комплексных диагностических исследований, направленных на выявление кофакторных патогенных агентов.

Методология и методы исследования (Methods)

Целью исследований было показать значение комплексной диагностики при расшифровке этиологической структуры острых респираторных заболеваний у крупного рогатого скота. Исследования выполнены в рамках направления 160 Программы ФНИ государственных академий наук «Молекулярно-биологические и нанобиотехнологические методы создания биопрепаратов нового поколения, технологии и способы их применения с целью борьбы с особо опасными инфекционными, паразитарными и незаразными болезнями животных (2013–2020 гг.)» в отделе мониторинга и прогнозирования инфекционных болезней и в отделе ветеринарной лабораторной диагностики с испытательной лабораторией УрФАНИЦ УрО РАН.

Объектом исследования был крупный рогатый скот при промышленных технологиях содержания, биологический материал – кровь (n = 175), сыворотка крови (n = 584), смывы и соскобы со слизистых оболочек (n = 57), фекалии (n = 56), патматериалы (n = 53). Клинические образцы (биологические материалы) были получены из 20 сельскохозяйственных организаций (СХО), находящихся на территории Уральского федерального округа, Приволжского федерального округа и Удмуртской Республики. В 25 % обследуемых СХО специфическая вакцинопрофилактика ОРВИ крупного рогатого скота не проводилась. В 50 % сельскохозяйственных организаций крупный рогатый скот прививают инактивированными вакцинами: «Комбовак» и «Комбовак-Р» (производство Россия) – 30 %; «ХИПРАБОВИС-4» (производство Испания) – 20 %. Вакцины, содержащие аттенуированные возбудители ОРВИ, применяют в 25 % обследуемых СХО: «Бови-шилд Голд FP5 L5» – 10 %; «Кэтлмастер Голд FP5 L5» – 10 %; «Бовилис Виста Once SQ» – 5 % (производство США).

Исследования клинических образцов проводили серологическими методами в реакциях непрямой гемагглютинации (РНГА) и торможения гемагглютинации (РТГА) для выявления антител к вирусам ИРТ КРС, ВД КРС, ПГ-3 КРС, РСИ КРС с использованием коммерческих наборов эритроцитарных диагностикумов (производство России); методом иммуноферментного анализа (ИФА) для выявления антигенов ВД КРС, *Bovine coronavirus, Bovine rotavirus, E. coli K 99*; для выявления антител к полевым штаммам вируса ИРТ КРС, вируса РСИ КРС, *Chlamydia spp.* с использованием коммерческих тест-систем (производство IDEXX Laboratories Inc, France). Постановка реакций осуществлялась в боксах биобезопасности (ESCO, Корея); учет результатов ИФА исследований – на ридере SUNRISE (Tecan, Австрия).

Бактериологические исследования выполнены по методам общей микробиологии – МУК 4.2.1890-04, 1991. Исследования проводились в боксах БАВП-01 ламинар-с 1.2 (Россия); учет результатов исследований – на микроскопе Axio Observer (Zeiss, Германия).

Молекулярно-биологические исследования проведены методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). В биопробах выделяли геномы *Bovine herpes virus (type 1), Bovine virus diarrhea*, *Chlamydia spp., Chlamydophila abortus, Chlamydophila pecorum*, *Mycoplasma spp.*, *Toxoplasma gondii.* Использовали коммерческие наборы реагентов (производство России). Постановку ПЦР осуществляли с использованием термоциклера Appliede Biosystems 2720 (Сингапур), с учетом результатов в электрофорезном варианте с применением мини-камеры Mini-Sub Cell GT (Bio-Rad, США) и интерпретацией результатов с помощью гель-документации Gel Doc XR+ (Bio-Rad, США). Амплификацию в реальном времени проводили на приборе Rotor-Gene 3000 (Corbett Life Science, Австралия).

Для обработки полученных результатов исследований использовали программу Microsoft Excel, входящую в пакет программ Microsoft Office 7.0».

Результаты (Results)

Методом серологического скрининга было установлено, что в 65 % случаев причиной респираторных заболеваний у крупного рогатого скота в обследуемых сельскохозяйственных организациях явились герпесвирусы, парамиксовирусы, тогавирусы. Вирус инфекционного ринотрахеита (ИРТ КРС) диагностировали в 15 % обследуемых СХО; вирус диареи – болезни слизистых (ВД КРС) – в 15 %; вирус парагриппа 3 типа (ПГ-3 КРС) – в 20 % и вирус респираторно-синцитиальной инфекции (РСИ КРС) – в 15 % обследуемых СХО. В 35 % случаев методом серологического скрининга установить причину респираторных заболеваний не удалось.

Биологические материалы, полученные из обследуемых СХО, были подвергнуты комплексному диагностическому исследованию, которое включало серологические, бактериологические и молекулярно-биологические методы. Результаты диагностических исследований представлены в таблице 1.

© А. П. Порываева, О. Г. Петрова, Е. В. Печура, Н. А. Безбородова, Я. Ю. Лысова, 2020

Таблица 1

Сравнительный анализ результатов серологического скрининга и комплексного диагностического исследования по определению этиологического агента респираторных заболеваний у крупного рогатого скота

Шифр сельскохозяйственной организации, применяемая вакцина против ОРВИ КРС	Результат серологического скрининга (РТГА, РНГА, ИФА)	Результат комплексного диагностического исследования
Удмуртская Республика		
СХО-1 «Комбовак-Р»	Возбудитель ОРЗ не установлен	Возбудитель ОРЗ не установлен
СХО-2 «ХИПРАБОВИС-4»	Возбудитель ОРЗ не установлен	*Chlamydia spp.* (метод ПЦР)
СХО-3 Не вакцинируются против ОРВИ КРС	ПГ-3 КРС	*Bovine coronavirus* (метод ИФА)
СХО-4 Не вакцинируются против ОРВИ КРС	ВД КРС	ВД КРС (метод ПЦР)
Приволжский федеральный округ, Пермский край		
СХО-5 «ХИПРАБОВИС-4»	Возбудитель ОРЗ не установлен	Возбудитель ОРЗ не установлен
СХО-6 «Бовилис Виста Once SQ»	ИРТ КРС	ИРТ КРС (метод ПЦР), *Candida albicans* (бактериологический метод)
СХО-7 «Комбовак»	Возбудитель ОРЗ не установлен	ИРТ КРС (метод ПЦР)
СХО-8 «Комбовак»	РСИ КРС	
Уральский федеральный округ		
Тюменская область		
СХО-9 «Кэтлмастер Голд FP5 L5»	ИРТ КРС	ИРТ КРС (метод ПЦР) *Clamydia spp.* (метод ИФА)
СХО-10 «Бови-шилд Голд FP5 L5»	ВД КРС	ВД КРС (метод ПЦР), РСИ КРС (метод ИФА), *Staphylococcus spp.* (бактериологический метод)
СХО-11 « Бови-шилд Голд FP5 L5»	ПГ-3 КРС	ВД КРС (метод ИФА), *Bovine rotavirus* (метод ИФА)
СХО-12 «ХИПРАБОВИС-4»	ПГ-3 КРС	*E. coli K 99* (метод ИФА)
Челябинская область		
СХО-13 Не вакцинируются против ОРВИ КРС	ВД КРС	ВД КРС (метод ПЦР), ИРТ КРС (метод ПЦР) *Chlamydia spp.* (метод ПЦР)
СХО-14 «Комбовак»	Возбудитель ОРЗ не установлен	Возбудитель ОРЗ не установлен
СХО-15 Не вакцинируются против ОРВИ КРС	РСИ КРС	РСИ КРС (метод ИФА), *Bovine rotavirus* (метод ИФА), *E. coli K 99* (метод ИФА)
СХО-16 Не вакцинируются против ОРВИ КРС	ПГ-3 КРС	*Bovine rotavirus* (метод ИФА), *Bovine coronavirus* (метод ИФА)
Курганская область		
СХО-17 «Кэтлмастер Голд FP5 L5»	ИРТ КРС	*Chlamydia spp.* (метод ИФА)
СХО-18 «ХИПРАБОВИС-4»	РСИ КРС	*Chlamydia pecorum* (метод ПЦР)
Свердловская область		
СХО-19 «Комбовак-Р»	Возбудитель ОРЗ не установлен	*Bovine rotavirus* (метод ИФА)
СХО-20 «Комбовак»	Возбудитель ОРЗ не установлен	Возбудитель ОРЗ не установлен

Table 1

Comparative analysis of the results of serological screening and comprehensive diagnostic study to determine the etiological agent of respiratory diseases in cattle

Code of the agricultural organization, used vaccine against SARS of cattle	***The result of serological screening (HAI, RIHA, ELISA)***	***The result of a comprehensive diagnostic study***
Udmurt Republic		
Corporate farms 1 "Kombovak-R"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*
Corporate farms 2 "HIPRABOVIS-4"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*Chlamydia spp. (PCR method)*
Corporate farms 3 They are not vaccinated against SARS cattle	*PG-3 cattle*	*Bovine coronavirus cattle (ELISA method)*
Corporate farms 4 They are not vaccinated against SARS cattle	*VD cattle*	*VD cattle (PCR method)*
Volga Federal District, Perm Krai		
Corporate farms 5 "HIPRABOVIS-4"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*
Corporate farms 6 "Bovilis Vista Once SQ"	*IRT cattle*	*IRT cattle (PCR method), Candida albicans (bacteriological method)*
Corporate farms 7 "Kombovak"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*IRT cattle (PCR method)*
Corporate farms 8 "Kombovak"	*RSI cattle*	
Ural Federal District		
Tyumen region		
Corporate farms 9 "CattlerMaster Gold FP5 L5"	*IRT cattle*	*IRT cattle (PCR method) Chlamydia spp. (ELISA method)*
Corporate farms 10 "Bovi-shield Gold FP5 L5"	*VD cattle*	*VD cattle (PCR method), RSI cattle (ELISA method), Staphylococcus spp. (bacteriological method)*
Corporate farms 11 "Bovi-shield Gold FP5 L5"	*PG-3cattle*	*VD cattle (ELISA method), Bovine rotavirus (ELISA method)*
Corporate farms 12 "HIPRABOVIS-4"	*PG-3cattle*	*E. coli K 99 (ELISA method),*
Chelyabinsk region		
Corporate farms 13 Vaccinated against SARS cattle	*VD cattle*	*VD cattle (PCR method), IRT cattle (PCR method) Chlamydia spp. (PCR method)*
Corporate farms 14 "Kombovak"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*
Corporate farms 15 Vaccinated against SARS cattle	*RSI cattle*	*RSI cattle (ELISA method), Bovine rotavirus (ELISA method), E. coli K 99 (ELISA method),*
Corporate farms 16 Vaccinated against SARS cattle	*PG-3 cattle*	*Bovine rotavirus (ELISA method) Bovine coronavirus(ELISA method)*
Kurgan region		
Corporate farms 17 "CattlerMaster Gold FP5 L5"	*IRT cattle*	*Chlamydia spp. (ELISA method)*
Corporate farms 18 "HIPRABOVIS-4"	*RSI cattle*	*Chlamydia pecorum (ELISA method)*
Sverdlovsk region		
Corporate farms 19 "Kombovak-P"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*Bovine rotavirus (метод ИФА)*
Corporate farms 20 "Kombovak"	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*	*The causative agent of acute respiratory infections is not established*

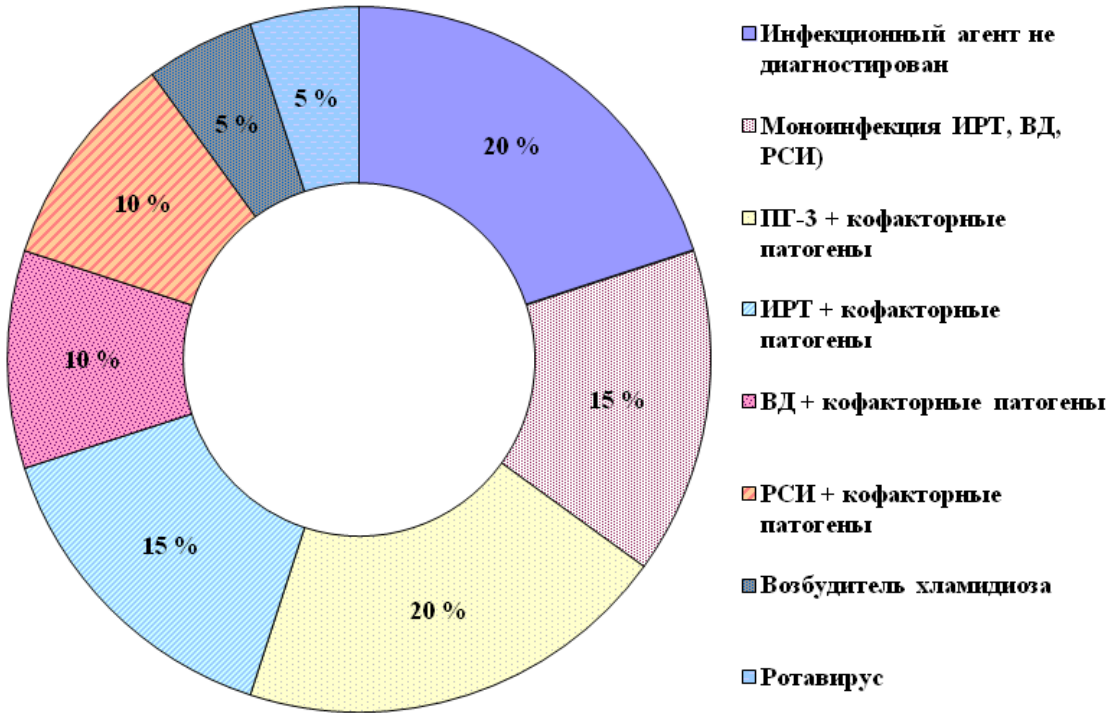


Рис. 1. Антигенный состав возбудителей при респираторных заболеваниях у крупного рогатого скота в обследованных сельскохозяйственных организациях

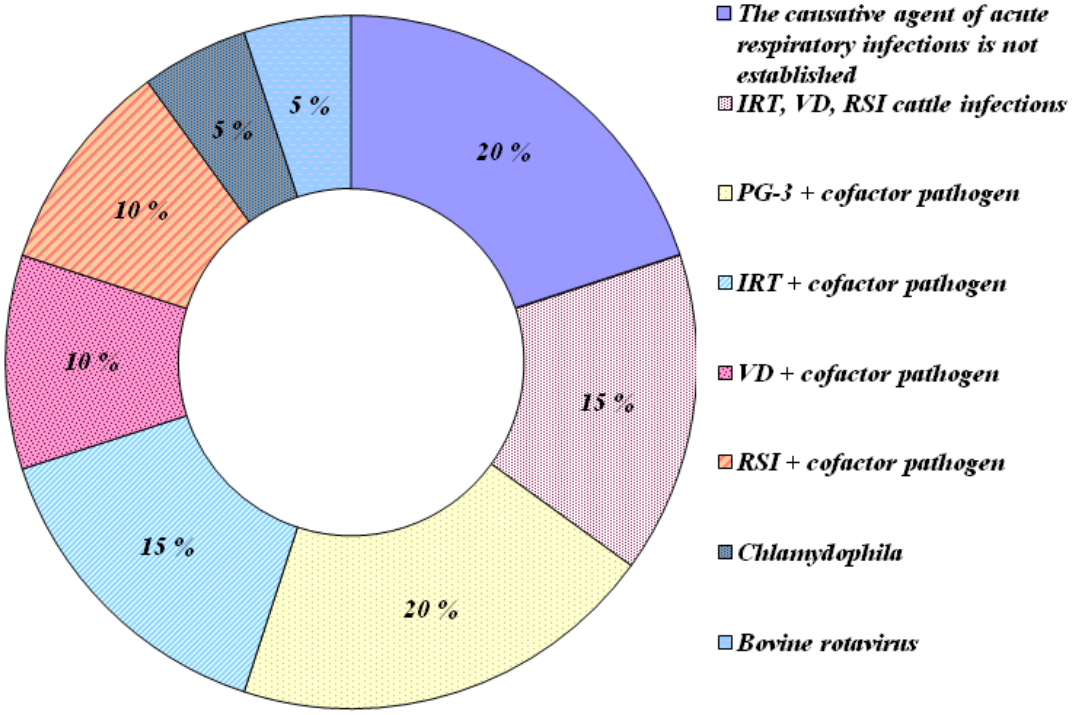


Fig. 1. Antigen composition of pathogens in respiratory diseases in cattle in the surveyed agricultural organizations

Сравнительный анализ результатов серологического скрининга и комплексного диагностического исследования показал, что только в 25 % случаев респираторное заболевание было обусловлено моноинфекцией – вирусом ВД КРС, вирусом РСИ КРС, вирусом ИРТ КРС, *Bovine rotavirus*, *Chlamydia spp.* В 55 % случаев были диагностированы микст-инфекции. Из данных представленных, в таблице 1, видно, что кофакторными патогенами при респираторных заболеваниях были ротавирусы, коронавирусы, *E. coli K 99 Chlamydia spp., Staphylococcus spp., Candida albicans.* Долевое распределение моно- и микст-инфекций представлено на рис. 1.

При парагриппозной инфекции в роли кофакторных патогенов выступали ротавирус, коронавирус, *E. coli K 99* и вирус ВД КРС. Были диагностированы следующие ассоциации возбудителей:

1) ПГ-3 + *Bovine coronavirus*;
2) ПГ-3 + *E. coli K99*;
3) ПГ-3 + ВД + *Bovine rotavirus*;
4) ПГ-3 + *Bovine coronavirus* + *Bovine rotavirus*».

При инфекционном ринотрахеите крупного рогатого скота:

1) ИРТ + *Chlamydia spp.*;
2) ИРТ + *Candida albicans*.

При респираторно-синцитиальной инфекции:

1) РСИ + *Chlamydia pecorum*;
2) РСИ + *Bovine coronavirus* + *E. coli K 99*.

При вирусной диарее – болезни слизистых крупного рогатого скота:

1) ВД + РСИ + *Staphylococcus spp.*;
2) ВД + ИРТ + *Chlamydia pecorum*.

Необходимо отметить, что при проведении серологического скрининга ассоциации вирусов группы ОРВИ в обследуемых СХО не определялись. Это связано с тем, что диагностическим критерием инфекционного заболевания считается положительная сероконверсия в динамике, то есть нарастание титра антител к возбудителю в 4 раза и более в РТГА и РНГА; или увеличение концентрации специфических антител IgG на 0,4–0,5 единицы оптической плотности в ИФА. Однако у животных, вакцинированных против ОРВИ, положительная сероконверсия (особенно в отношении «минорных» кофакторов) отмечается менее чем в 10 % случаев [3, с. 67; 4, с. 31].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Выполненные исследования показали, что в 55 % обследованных сельскохозяйственных организаций острые респираторные заболевания у крупного рогатого скота протекают как ассоциативные болезни: в сочетании с возбудителями ОРВИ диагностируются вирусы группы острых кишечных инфекций и патогенные микроорганизмы. Зависимости между антигенным пейзажем ассоциативных респираторных заболеваний крупного рогатого скота и территориальным расположением сельскохозяйственных предприятий не выявлено.

Для определения «минорного» возбудителя при ассоциированных инфекциях необходимо проведение комплексного диагностического исследования, что особенно актуально для сельскохозяйственных организаций, проводящих вакцинопрофилактику ОРВИ крупного рогатого скота.

Библиографический список

1. Алексеев А. Д., Петрова О. Г., Дроздова Л. И. Особенности проявления острых респираторных вирусных инфекций крупного рогатого скота в современных условиях // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6. С. 38–40.
2. Аноятбеков М., Алексеенкова С. В., Аноятбекова А. М., Мникова Л. А., Диас Хименес К. А., Ишкова Т. А., Юров К. П Молекулярная диагностика трансграничной коронавирусной инфекции телят в Таджикистане // Молекулярная диагностика. 2017. Т. 2. С. 374–375.
3. Besi R., Terzić S., Florijančić T., Prpić J., Ozimec S., Jemeršić L., Bošković I., Jungić A., Keros T. Preliminary serological and molecular investigation of selected viral pathogens in Croatian cervid species // Acta Veterinaria. 2018. Vol. 68. No. 1. Pp. 65–79.
4. Безбородова Н. А., Кожуховская В. В., Петропавловский М. В., Томских О. Г. Полимеразная цепная реакция в диагностике латентных, бессимптомных и хронических форм инфекционных заболеваний крупного рогатого скота // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 4. С. 30–33. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4.30.
5. Вялых И. В., Шилова Е. Н. Основные подходы к профилактике и ликвидации вирусной диареи крупного рогатого скота // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Екатеринбург, 2016. С. 114–116.
6. Глотов А. Г., Глотова Т. И., Родин И. А., Кощаев А. Г. Вирусные и бактериальные болезни крупного рогатого скота при интенсивном ведении молочного животноводства: монография. Краснодар, 2019. 487 с.
7. Донник И. М., Шкуратова И. А. Молекулярно-генетические и иммунно-биохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87. № 4. С. 362–366. DOI: 10.7868/S0869587317040132.
8. Doyle D., Credille B., Lehenbauer T.W., Berghaus R., Aly S.S., Champagne J., Blanchard P., Crossley B., Berghaus L., Cochran S., Woolums A. Agreement Among 4 Sampling Methods to Identify Respiratory Pathogens in Dairy Calves with Acute Bovine Respiratory Disease // Journal of Veterinary Internal Medicine. 2017. Vol. 31. No. 3. Pp. 954–959.
9. Clinton J. Bovine Herpesvirus 1 Counteracts Immune Responses and Immune-Surveillance to Enhance Pathogenesis and Virus Transmission // Frontiers in Immunology. 2019. No. 10. Pp. 1–8. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01008.
10. Schubach K., Cooke R. F., Brandao A., Schumaher T., Souza O., Bohnert D., Marques R. Altering the time of vaccination against respiratory pathogens enhanced antibody response and health of feedlot cattle // Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. No. 1. Pp. 39–40. DOI: 10.1093/jas/skz053.089.
11. Caldow, G., Geraghty T., Mason C., Carty H. , Wilson D. Bovine herpesvirus 1 infection in cattle: a discussion on vaccination and control // Livestock. 2018. Vol. 23. No. 3. Pp. 110–115.
12. Нефедченко А. В., Глотова Т. И., Глотов А. Г. Комплексный подход к определению этиологической структуры респираторных болезней крупного рогатого скота в молочных хозяйствах // Вестник Краснодарского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (124). С. 65–71.
13. Poryvaeva A., Pechura E., Tomskikh O., Krasnoperov A. Immunological reactivity of calves with associated respiratory infections // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Digital agriculture – development strategy” (ISPC 2019). Ekaterinburg, 2019. Pp. 147–150. DOI: doi.org/10.2991/ispc-19.2019.33.
14. Пчельников А. В., Алексеенкова С. В., Диас Хименес К. А., Юров К. П. Некоторые результаты изучения этиологии респираторных болезней телят в хозяйствах Московской области // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2015. № 1. С. 16–18.

15. Схатум А. К., Терехов В. И., Басова Н. Ю., Староселов М. А., Федоров Ю. Е., Пачина В. В., Марков А. Н., Юлмухаметова Р. Р. Этиологическая структура респираторных болезней молодняка крупного рогатого скота вирусной этиологии // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3-3 (45). С. 42–44.
16. Шкуратова И. А., Порываева А. П., Шилова Е. Н., Ряпосова М. В., Соколова О.В., Печура Е.В., Халтурина Л.В., Томских О.Г., Верещак Н.А., Нурмиева В.Р., Клепцина А.В. Комплексная программа биологической защиты и оздоровления сельскохозяйственных организаций от вирусной диареи крупного рогатого скота. Екатеринбург, 2019. 44 с.
17. Шилова Е. Н. Ликвидация вирусной диареи крупного рогатого скота в молочных стадах как мера повышения репродуктивного потенциала // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 4. С. 45–47.
18. Юров К. П., Алексеенкова С. В., Мникова Л. А., Ишкова Т. А. Системный контроль распространенных и эмерджентных вирусных инфекций крупного рогатого скота и лошадей // Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. Я. Р. Коваленко. 2018. Т. 80. № 1. С. 37–46.

Об авторах:
Антонина Павловна Порываева[1], доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник с выполнением обязанностей заведующего лабораторией вирусных болезней, ORCID 0000-0003-3224-1717, AuthorID 806423
Ольга Григорьевна Петрова[1], доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории вирусных болезней, ORCID 0000-0003-3105-1751, AuthorID 407548
Елена Владимировна Печура[1], кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории вирусных болезней, ORCID 0000-0003-1344-4834, AuthorID 679245; *+7 (343) 257-20-44*, *info@urnivi.ru*
Наталья Александровна Безбородова[1], кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела ветеринарной лабораторной диагностики с испытательной лабораторией, ORCID 0000-0003-2793-5001, AuthorID 665979
Яна Юрьевна Лысова[1], старший научный сотрудник отдела ветеринарной лабораторной диагностики с испытательной лабораторией, ORCID 0000-0001-6797-0659, AuthorID 698633
[1] Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Significance of complex laboratory diagnostics of ARVI for veterinary practice

A. P. Poryvaeva[1], O. G. Petrova[1], E. V. Pechura[1]✉, N. A. Bezborodova[1], Ya. Yu. Lysova[1]
[1] Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
✉*E-mail: info@urnivi.ru*

Abstract. This article summarizes the results of laboratory studies of acute respiratory viral infections of cattle in agricultural enterprises of the Ural Federal district and the Udmurt Republic. **The purpose of the research** was to show the spread of respiratory viral infections in cattle in various regions and the significance of laboratory diagnostics in this pathology. According to research data 815 samples for the period 2018–2020 a variety of combinations of mixed respiratory viruses in animals was detected using biomaterials from different age patients and patients with respiratory diseases of cattle from agricultural enterprises of the Ural Federal district, the Volga Federal District and the Udmurt Republic using polymerase chain reaction **method**, indirect hemagglutination reaction, hemagglutination inhibition reaction, ELISA, and enzyme immunoassay. **Scientific novelty**. The etiological structure of mixed acute respiratory viral infections in cattle in agricultural enterprises in four regions of the Ural Federal District, the Volga Federal District and the Udmurt Republic in 2018–2020 was studied using modern diagnostic technologies**. Results**. In the Ural Federal District, the Volga Federal district and the Udmurt Republic, 80 % of cases of acute respiratory diseases were caused by bovine viral infections, mainly representatives of 2 families of viruses whose genome is represented by an RNA molecule (paramixoviruses, togaviruses) and a family of viruses whose genome is represented by a DNA molecule (herpesviruses,). The leading place among acute respiratory infections was occupied by infectious rhinotracheitis of cattle.
Keywords: acute respiratory viral infections, infectious rhinotracheitis, viral diarrhea, type 3 parainfluenza, respiratory syncytial infection, laboratory diagnostics, cattle.

For citation: Poryvaeva A. P., Petrova O. G., Pechura E. V., Bezborodova N. A., Lysova Ya. Yu. Znachenie kompleksnoi laboratornoi diagnostiki ORVI krupnogo rogatogo skota dlya veterinarnoi praktiki [Significance of complex laboratory diagnostics of bovine sars for veterinary practice] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 59–67. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-59-67. (In Russian.)

Paper submitted: 30.04.2020.

References

1. Alekseev A.D., Petrova O. G., Drozdova L. I. Osobennosti proyavleniya ostrykh respiratornykh virusnykh infektsiy krupnogo rogatogo skota v sovremennykh usloviyakh [Features of acute respiratory viral infections of cattle in modern conditions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 6. Pp. 38–40. (In Russian.)
2. Boatbill M., Alekseenkova S. V., Anathema A. M., Nikova L. A., Diaz-Jimenez, K. A., Ishkova T. A., Yurov K. P. Molekulyarnaya diagnostika transgranichnoy koronavirusnoy infektsii telyat v Tadzhikistane [Molecular diagnostics of cross-border coronavirus infection of calves in Tajikistan] // Molecular diagnostics. 2017. Vol. 2. Pp. 374–375. (In Russian.)
3. Besi R., Terzić S., Florijančić T., Prpić J., Ozimec S., Jemeršić L., Bošković I., Jungić A., Keros T. Preliminary serological and molecular investigation of selected viral pathogens in Croatian cervid species // Acta Veterinaria. 2018. Vol. 68. No. 1. Pp. 65–79.
4. Bezborodova N. A., Kozhukhovskaya V. V., Petropavlovsk M. V., Tomskikh O. G. Polimeraznaya tsepnaya reaktsiya v diagnostike latentnykh, bessimptomnykh i khronicheskikh form infektsionnykh zabolevaniy krupnogo rogatogo skota [Polymerase chain reaction in the diagnosis of latent, asymptomatic and chronic forms of infectious diseases of cattle] // Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2019. No. 4. Pp. 30–33. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4.30. (In Russian.)
5. Vyalykh I. V., Shilova E. N. Osnovnye podkhody k profilaktike i likvidatsii virusnoy diarei krupnogo rogatogo skota [Main approaches to prevention and elimination of viral diarrhea in cattle] // Ekologo-biologicheskie problemy ispol'zovaniya prirodnykh resursov v sel'skom khozyaistve: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. 2016. Ekaterinburg, Pp. 114–116. (In Russian.)
6. Glotov A. G., Glotova T. I., Rodin I. A., Koschaev A. G. Virusnye i bakterial'nye bolezni krupnogo rogatogo skota pri intensivnom vedenii molochnogo zhivotnovodstva: monografia [Viral and bacterial diseases of cattle in intensive dairy farming: monograph]. Krasnodar, 2019. 487 p. (In Russian.)
7. Donnik I. M., Shkuratova I. A. Molekulyarno-geneticheskie i immunno-biokhimicheskie markery otsenki zdorov'ya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh [Molecular-genetic and immune-biochemical markers for assessing the health of farm animals] // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. Vol. 87. No. 4. Pp. 362-366. DOI: 10.7868/S0869587317040132. (In Russian.)
8. Doyle D., Credille B., Lehenbauer T.W., Berghaus R., Aly S.S., Champagne J., Blanchard P., Crossley B., Berghaus L., Cochran S., Woolums A. Agreement Among 4 Sampling Methods to Identify Respiratory Pathogens in Dairy Calves with Acute Bovine Respiratory Disease // Journal of Veterinary Internal Medicine. 2017. Vol. 31. No. 3. Pp. 954–959.
9. Clinton J. Bovine Herpesvirus 1 Counteracts Immune Responses and Immune-Surveillance to Enhance Pathogenesis and Virus Transmission // Frontiers in Immunology. 2019. No. 10. Pp. 1–8. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01008.
10. Schubach K., Cooke R. F., Brandao A., Schumaher T., Souza O., Bohnert D., Marques R. Altering the time of vaccination against respiratory pathogens enhanced antibody response and health of feedlot cattle // Journal of Animal Science. 2019. Vol. 97. No. 1. Pp. 39–40. DOI: 10.1093/jas/skz053.089.
11. Caldow, G., Geraghty T., Mason C., Carty H. , Wilson D. Bovine herpesvirus 1 infection in cattle: a discussion on vaccination and control // Livestock. 2018. Vol. 23. No. 3. Pp. 110–115.
12. Nefedchenko A. V., Glotova T. I., Glotov A. G. Kompleksnyy podkhod k opredeleniyu etiologicheskoy struktury respiratornykh bolezney krupnogo rogatogo skota v molochnykh khozyaystvakh [Integrated approach to determining the etiological structure of respiratory diseases of cattle in dairy farms] // The Bulletin of KrasGAU. 2017. No. 1 (124). Pp. 65–71. (In Russian.)
13. Poryvaeva A., Pechura E., Tomskikh O., Krasnoperov A. Immunological reactivity of calves with associated respiratory infections // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Digital agriculture – development strategy" (ISPC 2019). Ekaterinburg, 2019. Pp. 147–150. DOI: 10.2991/ispc-19.2019.33.
14. Pchelnikov A. V., Alekseenkova S. V., Dias Jimenez K. A., Yurov K. P. Nekotorye rezul'taty izucheniya etiologii respiratornykh bolezney telyat v khozyaystvakh Moskovskoy oblasti [Some results of studying the etiology of respiratory diseases of calves in farms of the Moscow region] // Russian veterinary journal. Farm animals. 2015. No. 1. Pp. 16–18. (In Russian.)
15. Skhatum A. K., Terekhov V. I., Basova N. Yu., Staroselov M. A., Fedorov Yu. E., Pachina V. V., Markov A. N., Yulmukhametova R. R. Etiologicheskaya struktura respiratornykh bolezney molodnyaka krupnogo rogatogo skota virusnoy etiologii [Etiological structure of respiratory diseases of young cattle of viral etiology] // International research journal. 2016. No. 3-3 (45). Pp. 42–44. (In Russian.)
16. Shkuratova I. A., Poryvaeva A. P., Shilova E. N., Ryaposova M. V. Kompleksnaya programma biologicheskoy zashchity i ozdorovleniya sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy ot virusnoy diarei krupnogo rogatogo skota [Complex program of biological protection and improvement of agricultural organizations from viral diarrhea of cattle]. Ekaterinburg, 2019. 44 p. (In Russian.)
17. Shilova E. N. Likvidatsiya virusnoy diarei krupnogo rogatogo skota v molochnykh stadakh kak mera povysheniya reproduktivnogo potentsiala [Elimination of viral diarrhea of cattle in dairy herds as a measure to increase reproductive potential] // Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2019. No. 4. Pp. 45–47. (In Russian.)
18. Yurov K. P., Alekseenkova S. V., Mnikova L. A., Ishkova T. A. Sistemnyy kontrol' rasprostranennykh i emerdzhentnykh virusnykh infektsiy krupnogo rogatogo skota i loshadey [System control of common and emergent viral infections of cattle and horses] // Trudy VIEV. 2018. Vol. 80. No. 1. Pp. 37–46. (In Russian.)

Authors' information:
Antonina P. Poryvaeva[1], doctor of biological sciences, leading researcher with the duties of head of laboratory of viral diseases, ORCID 0000-0003-3224-1717, AuthorID 806423
Olga G. Petrova[1], doctor of veterinary sciences, leading researcher at the laboratory of viral diseases, ORCID 0000-0003-3105-1751, AuthorID 407548
Elena V. Pechura[1], candidate of veterinary sciences, senior researcher at the laboratory of viral diseases, ORCID 0000-0003-1344-4834, AuthorID 679245; *+7 (343) 257-20-44, info@urnivi.ru*
Natalia A. Bezborodova[1], candidate of veterinary sciences, senior researcher of the department of veterinary laboratory diagnostics with a testing laboratory, ORCID 0000-0003-2793-5001, AuthorID 665979
Yana Yu. Lysova[1], senior researcher of the department of veterinary laboratory diagnostics with a testing laboratory, ORCID 0000-0001-6797-0659, AuthorID 698633
[1] Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

УДК 636.57
Код ВАК 06.02.10
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-68-79

Естественная инкубация яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур

А. Н. Судаков[1]✉, **Е. А. Андрианов**[1], **А. А. Андрианов**[1]
[1] **Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия**
✉*E-mail: ansudak@gmail.com*

Аннотация. В статье приведены результаты исследования естественной инкубации яиц высокопродуктивного мясного кросса Кобб 500 под наседками породы Бентамка, а также показатели последующего роста полученного молодняка. **Целью исследования** является получение данных об успешности естественной инкубации яиц и последующего роста полученного молодняка современного мясного кросса кур для определения целесообразности изучения параметров естественной инкубации современными техническими средствами, выявления наиболее важных параметров естественной инкубации и разработки новых температурных режимов искусственной инкубации. **Методы исследования.** Исследование проводилось в 2019 году на базе инкубатория заповедника «Галичья гора» ФГБОУ ВО «ВГУ». Наседки содержались в условиях лаборатории в отдельных клетках. Каждой из трех наседок подкладывали по 4 яйца кросса Кобб 500 из одной партии. **Научная новизна** исследования заключается в том, что были изучены результаты естественной инкубации и показатели последующего роста молодняка для мясного кросса кур, к которому естественная инкубация ранее не применялась. Видеомониторинг процесса насиживания позволил установить значительную двигательную активность наседок в процессе инкубации. **Результаты.** Было установлено, что снижение массы яиц за период инкубации составляет 12,1 ± 0,20 %, средняя масса цыпленка от начальной массы инкубационного яйца 71,2 ± 0.34 %. Полученный молодняк был оценен на 9,8 балла по системе Pasgar©Score. На 40-й день живая масса бройлеров составила 2471 ± 19,4 г. На основании проведенного исследования сделано заключение, что естественное насиживание обеспечивает высокие показатели инкубации и качества молодняка высокопродуктивного мясного кросса Кобб 500. Установлена целесообразность изучения параметров естественного насиживания яиц мясных кроссов современными техническими средствами.

Ключевые слова: температурный режим, наседка, насиживание, естественная инкубация, выводимость, продуктивность, мясной кросс.

Для цитирования: Судаков А. Н., Андрианов Е. А., Андрианов А. А. Естественная инкубация яиц высокопродуктивных мясных кроссов кур // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 68–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-68-79.

Дата поступления статьи: 20.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Наблюдения человека за процессом насиживания яиц дикими и сельскохозяйственными птицами послужили основой для создания конструктивно-технических схем инкубаторов и разработки параметров искусственной инкубации. Дальнейшее развитие технологий искусственной инкубации осуществлялось эмпирически. Оптимальные для достижения максимальной выводимости параметры микроклимата в камере инкубатора устанавливались методом подбора. Было установлено, что наиболее важным параметром, оказывающим влияние на развитие эмбриона в яйце, является температурный режим инкубации [1, с. 9]. Доказано, что решающее значение на развитие эмбриона в яйце оказывает его истинная температура, которая может значительно отличаться от температуры воздуха в камере инкубатора. Доступным неинвазивным методом определения температуры эмбриона является контактное измерение температуры скорлупы яйца в процессе инкубации. В результате опытов установлено, что максимальная выводимость в инкубаторе при термостабильном режиме достигается при поддержании температуры скорлупы яиц 37,8 °С [2, с. 18]. Большинство крупных птицеводческих компаний рекомендует осуществлять температурную настройку инкубаторов таким образом, чтобы обеспечить соблюдение требуемой температуры скорлупы яиц [3, с. 1]. Производители инкубаторов работают в направлении повышения точности поддержания установленной температуры, а современные инкубаторы позволяют поддерживать температуру воздуха в пределах ± 0,1 °С по всему внутреннему объему.

Несмотря на удовлетворительные показатели выводимости яиц и качества молодняка, получаемые при соблюдении рекомендованного режима инкубации, термостабильный режим имеет ряд существенных недостатков. Поддержание постоянной температуры скорлупы яиц требует регулярного контроля и изменения настроек температуры воздуха в камере инкубатора. Необходимость снижения температуры воздуха в камере инкубатора вызвана ростом выделения эндогенного тепла развивающимися эмбрионами в процессе эмбриогенеза [4, с. 21]. Выделе-

© А. Н. Судаков, Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, 2020

ние тепла яйцами современных мясных кроссов превышает данный показатель «традиционных» пород кур [5, с. 37]. Значительное влияние на температурный режим инкубации оказывают плотность укладки яиц, их количество, наличие в лотках неоплодотворенных и погибших яиц, размер яиц, влажность и скорость воздуха в камере инкубатора. Следует отметить высокие требования современных мясных кроссов к условиям содержания и соблюдению температурного режима инкубации, вызванные селекцией по признакам продуктивности данных кроссов, и, как следствие, их пониженной устойчивостью к воздействию негативных факторов [6, с. 82], [7, с. 90]. В исследовании В. С. Морита со ссылкой на работу М. Нихельмана и Б. Тженке указано, что возможной причиной снижения устойчивости молодняка к перегреву может являться постоянство температуры в инкубаторах, не создающих условий для естественной тренировки терморегуляторных систем организма [8, с. 1799].

Учитывая вышесказанное, осуществление настройки инкубатора для обеспечения рекомендованной производителем инкубационных яиц стабильной температуры скорлупы на протяжении всего периода инкубации требует применения современных промышленных инкубаторов при непосредственном постоянном участии высококвалифицированного специалиста. Нередко результаты инкубации яиц современных мясных кроссов в условиях приусадебных и крестьянско-фермерских хозяйств ниже нормируемых показателей.

Вместе с тем известно, что для температурного режима естественного насиживания характерен значительный диапазон колебаний температуры в гнезде при различной продолжительности периодов охлаждения и нагрева.

Как указывает В. В. Борисов, в 77 кладках ржанкообразных, куриных и воробьиных птиц 16 видов, отмечалась температура 37,3–38,0 °С и около 10 охлаждений в сутки до температуры скорлупы 30,0 °С. В результате определения температуры естественного насиживания различных видов птиц было установлено, что температурный диапазон составляет 37,0–38,0 °С, а амплитуда колебаний температуры находится в диапазоне от 30,0 до 42,0 °С. Результаты представленных исследований демонстрируют общность температурного режима естественного насиживания различных видов птиц широким диапазоном колебаний температуры на поверхности яйца. Предполагается, что наличие колебаний температуры яйца при естественном насиживании на всем сроке эмбриогенеза играет важную роль в развитии зародыша и является необходимым фактором для успешного вывода птенцов. Температурный режим эмбриона при естественном насиживании находится под воздействием большого количества факторов, как связанных, так и не связанных с наседкой. В связи с этим поведение наседки на гнезде играет важную роль. Во многом температура в гнезде зависит от цикличности в действиях наседки [9, с. 5–11].

Изучению влияния колебаний температуры воздуха в камере инкубатора на результаты инкубации посвящены работы как российских, так и зарубежных исследователей [10, с. 83], [11, с. 276]. Отмечается рост числа исследований, направленных на имитацию температурных режимов естественного насиживания.

Т. А. Залетаевой в 1958 году было установлено, что ежедневное двукратное охлаждение яиц продолжительностью по 15–20 минут при температуре 30–32 °С стимулирует развитие эмбрионов, повышает показатели роста молодняка и приводит к более раннему наступлению половой зрелости.

В опыте 1963 года Ф. Н. Кучеровой осуществлялось охлаждение куриных яиц в течение двух часов при 10 °С на 4-е и 16-е сутки инкубации с последующим их разогревом в течение одного часа при температуре 40 °С. В результате эксперимента отмечалось увеличение выводимости и качества молодняка.

В. В. Хаскин в 1963 году осуществил инкубации яиц кур с применением ежедневных охлаждений – два раза в сутки по 1 часу при температуре 22–25 °С со вторых суток инкубации до вывода, которая позволила получить молодняк с улучшенным функционированием терморегуляторной системы организма.

Более поздняя работа А. Я. Аврутиной демонстрирует результаты опытов стимуляции эмбриогенеза с применением периодических охлаждений яиц в инкубаторе. Установлено, что однократные ежедневные охлаждения яиц с 13-х по 19-е сутки инкубации длительностью 1 час при температуре 17–19 °С в период появления гомойотермности зародышей оказывают положительное воздействие.

Известен способ, при котором «осуществляют инкубацию яиц кур мясных и яичных кроссов с 1 по 3,5 сутки при температуре 37,8–38,0 °С, влажности 61–64 %, с 3,5 по 11,5 сутки – 37,7–37,8 °С, влажности – 50–54 %, с 11,5 по 18,5 сутки – 37,4–37,5 °С, влажности – 38–42 %. На 6,5, 8,5, 11,5 сутки производят однократное охлаждение яиц до температуры 32 °С, с 12 по 18 сутки ежесуточно охлаждают яйца до температуры 30 °С» [19].

Также существует способ искусственного выведения молодняка птицы, сущность которого состоит в том, что «температуру воздуха в инкубационном шкафу непрерывно изменяют периодически в диапазоне между минимальным (32–36 °С) и максимальным (39–42 °С) ее значениями с частотой цикла «охлаждение – нагревание» 0,5–2 цикл/ч. Изменение температуры производят, регулируя мощность, подводимую к электрическим нагревателям, и степень открытия вентиляционных заслонок» [20].

Несколько отличается от перечисленных выше режим инкубации, предложенный Г. К. Отрыганьевым, который, по мнению автора, является максимально приближенным к температурному режиму естественного насиживания и представляет собой способ инкубации, при котором в шкаф, загруженный инкубируемыми яйцами, два раза сутки (утром и вечером) вдувают холодный воздух, понижая тем самым температуру воздуха в шкафу до 33 °С. Во время охлаждения нагреватели и увлажнители отключают. Продолжительность охлаждения составляет 10–15 мин. При температуре 33 °С поступление холодного воздуха в инкубационный шкаф прекращают и включают нагреватели. Продолжительность восстановления температуры воздуха до 37,5 °С составляет 30 мин.

По мнению В. В. Рольник, положительная роль охлаждений яиц в процессе инкубации основана на эволюционно сформированных особенностях естественного наси-

© A. N. Sudakov, E. A. Andrianov, A. A. Andrianov, 2020

живания, при котором результатом естественного отбора стала необходимость в значительных колебаниях температуры для полноценного эмбрионального развития птиц. Изменения температуры скорлупы яйца оказывают влияние на двигательную активность эмбриона, играющую важную роль в формировании мышц и скелета, а также на частоту сердечных сокращений [12, с. 80], [13, с. 120].

Существует также исследование, демонстрирующее зависимость двигательной активности наседки от температуры скорлупы яйца. Изменение положения яиц в гнезде тоже оказывает влияние на температурный режим эмбриона [14, с. 105].

Из вышесказанного следует предположить, что в процессе эволюции у птиц сформировалось комплексное адаптационное гнездовое поведение, направленное на повышение выводимости птенцов и затрагивающее широкий спектр факторов. Исследования, направленные на детальное изучение естественного насиживания, являются основой для разработки оптимальных температурных режимов искусственной инкубации.

Развитие технологий в области электроники позволило осуществлять длительный мониторинг параметров естественной инкубации с высокой точностью [15, с. 6]. Были разработаны инкубаторы контактного нагрева, имитирующие тело наседки и позволяющие создавать температурный градиент в яйце, свойственный естественному насиживанию.

Вместе с тем особенностью разработки режимов инкубации, имитирующих параметры естественного насиживания для современных кроссов, является тот факт, что указанные яйца получают исключительно в условиях промышленного птицеводства, и материалы по выводимости яиц под наседками и качеству получаемого молодняка отсутствуют. Учитывая значительный потенциал термоконтрастных режимов искусственной инкубации, была поставлена цель исследования – изучить результаты естественной инкубации яиц современного мясного кросса, а также качество полученного молодняка с целью оценки целесообразности дальнейшего инструментального контроля естественной инкубации указанных кроссов, а также разработки режима искусственной инкубации, основанного на параметрах естественного насиживания.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2019 году в лаборатории на базе инкубатория заповедника «Галичья гора» ФГБОУ ВО ВГУ по адресу: Российская Федерация, Липецкая область, Задонский район, село Донское.

В помещении лаборатории был установлен стеллаж с тремя клетками в три яруса. Материал пола и несущих конструкций – дерево, фронтальные стенки – металлическая сетка. Габариты клеток: длина – 120 см, ширина – 60 см, высота – 50 см. В каждой клетке размещалась гнездовая камера следующих размеров: длина – 30 см, ширина – 60 см, высота – 50 см. Пол в клетках и гнездовых камерах был засыпан сухими сосновыми опилками слоем до 3 см. Относительная влажность в помещении с наседками составляла 60 ± 5 %, температура в помещении 23 ± 1 °С. В каждой клетке находилась одна наседка породы Бентамка (Gallus gallus domesticus), всего в опыте использовались 3 наседки. После яйцекладки и начала насиживания собственных яиц яйца Бентамок были заменены яйцами кур родительского стада кросса Кобб 500. Для опыта было отобрано 12 яиц, из которых по принципу сбалансированных групп-аналогов были сформированы 3 партии по 4 яйца. Общая продолжительность опыта составила 61 день. Каждой наседке подложили по 4 яйца. В процессе насиживания осуществляли мониторинг поведения наседок посредством видеокамер, установленных в каждой гнездовой камере. Интенсивность двигательной активности наседок определялась по количеству включений камер системы видеонаблюдения, которые обеспечивались интегрированным в видеорегистратор детектором движения [16, с. 5]. Оплодотворенность яиц определялась овоскопированием на 7-й день инкубации. Показатель снижения массы яиц в процессе инкубации контролировали с помощью электронных весов с точностью до 0,01 г. По завершении насиживания определялись выводимость яиц и качество молодняка. Оценка качества молодняка осуществлялась по системе Pasgar©Score. После вывода цыплята содержались в клетках совместно с наседками, доступ к воде и корму обеспечивался круглосуточно. При кормлении использовались корма и схема кормления компании Purina. Среднесуточный прирост живой массы цыплят контролировали ежедневно с помощью электронных весов с точностью до 1 г.

Результаты (Results)

В результате овоскопии яиц на 7-е сутки насиживания было установлено, что все яйца под наседками являются оплодотворенными.

Результаты видеомониторинга демонстрируют высокую двигательную активность наседки на гнезде в светлое время суток, которая составляет от 2 до 4 периодов в час, в которые наседка перемещается всем телом. В ночные часы активность снижается до 1–2 периодов в час. Продолжительность покидания гнезда наседкой для кормления составляет около 20 минут в сутки, однако одна из наседок не покидала гнездо в течение 3 суток.

Контрольные взвешивания позволили построить график потери массы яиц за весь период насиживания (таблица 1). Среднее значение показателя снижения массы яиц за период инкубации под наседкой составило 12,1 ± 0,20 %. Среднее значение снижения массы яиц за период инкубации, рекомендованное производителем, составляет от 10 до 13 %.

Сравнительный график изменения массы яиц в процессе естественного насиживания представлен на рис. 1.

Учитывая, что значение снижения массы яиц в процессе инкубации является одним из важных показателей, а основное влияние на динамику усушки яйца оказывают влажность окружающего воздуха и характеристики скорлупы яиц, отсутствие отклонений показателя снижения массы яиц от нормальных значений указывает на отсутствие негативного воздействия естественного насиживания и контактного способа нагрева, на усушку яиц в процессе инкубации.

В результате естественного насиживания из 12 заложенных под наседок яиц вывелось 12 цыплят. Учитывая малую выборку опытного материала, численное значение

Таблица 1

Изменение массы яиц за период опыта

№ яйца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса яйца до начала инкубации, г	64,11	71,4	61,75	68,41	62,41	66,06	64,03	63,25	61,88	71,97	68,21	67,62
Масса яйца на выводе, г	56,3	63,07	54,56	60,24	55,69	58,1	56,52	55,09	54,17	63,1	59,04	59,21
Снижение массы яйца за период инкубации, %	12,18	11,67	11,64	11,94	10,77	12,05	11,73	12,9	12,46	12,32	13,44	12,44

Table 1

Changes in egg weight during the experiment period

No. of egg	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Egg weight before incubation, g	*64.11*	*71.4*	*61.75*	*68.41*	*62.41*	*66.06*	*64.03*	*63.25*	*61.88*	*71.97*	*68.21*	*67.62*
Egg weight at the end of incubation, g	*56.3*	*63.07*	*54.56*	*60.24*	*55.69*	*58.1*	*56.52*	*55.09*	*54.17*	*63.1*	*59.04*	*59.21*
Loss of egg mass during the incubation period, %	*12.18*	*11.67*	*11.64*	*11.94*	*10.77*	*12.05*	*11.73*	*12.9*	*12.46*	*12.32*	*13.44*	*12.44*

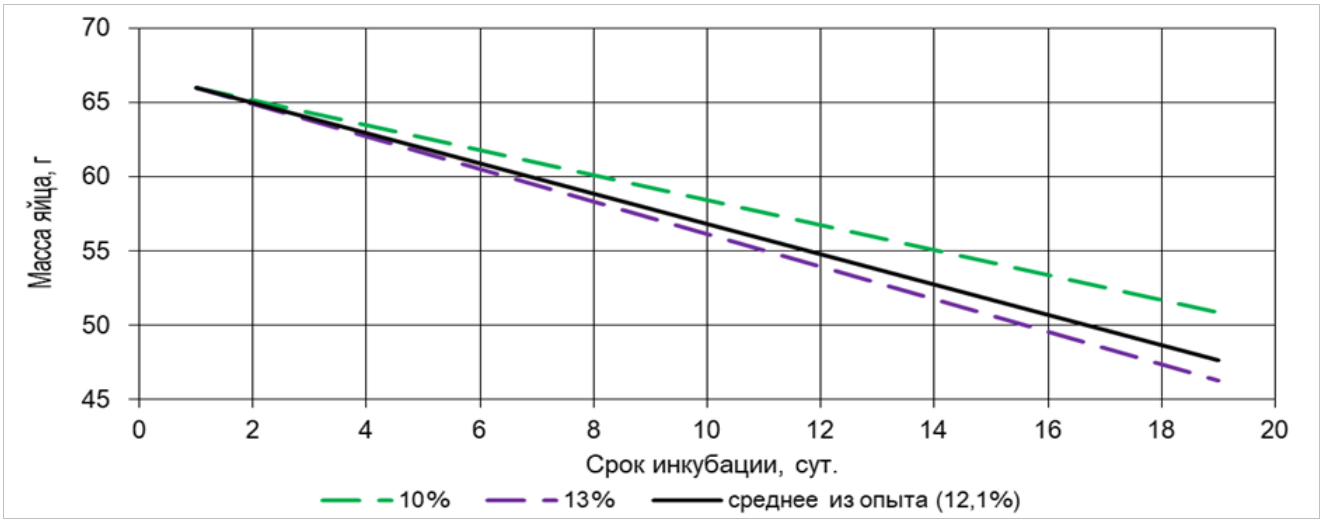


Рис. 1. График потери массы яйцами в процессе естественного насиживания

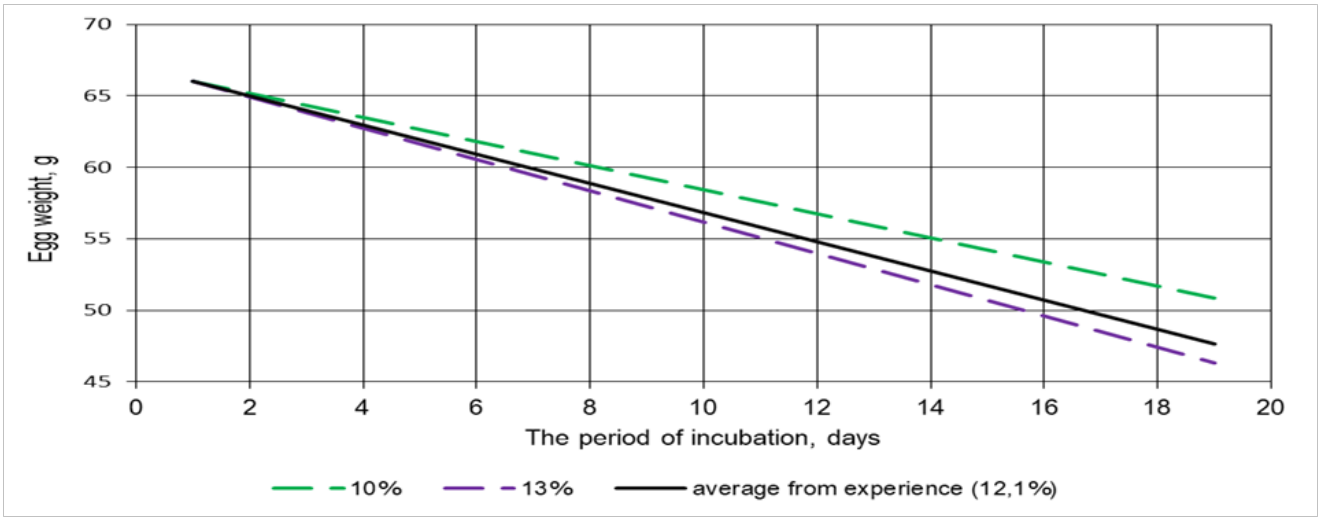


Fig. 1. Graph of egg mass loss during natural hatching

выводимости, равное 100 %, в сравнительном анализе не использовалось, вместе с тем следует отметить, что, по информации производителя инкубационных яиц, максимальная нормируемая пиковая выводимость яиц кросса Кобб 500 не превышает 94,5 %.

В результате контрольного взвешивания суточного молодняка было установлено, что средняя масса цыпленка составляет 46,9 ± 0.78 г, а средняя масса цыпленка от начальной массы инкубационного яйца равна 71,2 ± 0.34 %.

Сравнительные данные результатов опыта при инкубации под наседкой и искусственной инкубации при различных температурных режимах приведены в таблице 2 [17, с. 468].

Оценка качества молодняка осуществлялась по методике Pasgar©Score. Результаты оценки представлены в таблице 3.

Учитывая, что, согласно рекомендации компании Pas-Reform, в хорошем выводке среднее значение Pasgar©Score должно составлять не менее 9, результат естественного насиживания с показателем 9,8 балла следует считать высоким.

Следует отметить отсутствие баллов в столбце «Рефлекс» у цыплят, полученных из-под наседки. В оценочной шкале системы Pasgar©Score показатель «Рефлекс» оценивает жизнеспособность цыпленка. Цыпленок жизнеспособен, если при повороте на спинку он немедленно (в пару секунд) встает обратно на ножки (балл = 0). Если это занимает более 3 секунд, цыпленок получает один балл за рефлекс (балл = 1).

Таблица 2

Сравнение показателей изменения характеристик яиц кросса Кобб 500 при различных режимах инкубации

Параметр	Под наседкой	При температуре скорлупы яйца, °С		
		33,3–36,7	37,8–38,2	38,9–40,0
Масса яйца, г	65,9 ± 1,03	58,8 ± 1,20	58,93 ± 1,10	59 ± 0,9
Усушка, %	12,1 ± 0,20	11 ± 1,07	12,3 ± 1,18	13,8 ± 1,12
Масса цыпленка, г	46,9 ± 0,78	39,2 ± 1,20	42,3 ± 1,00	41,1 ± 1,00
Масса цыпленка от начальной массы яйца, %	71,2 ± 0,34	66,7 ± 1,40	71,8 ± 1,45	69,6 ± 1,34

Table 2

Comparison of indicators of changes in the characteristics of cross Cobb 500 eggs under different incubation modes

Parameter	*Under the hen*	*At the temperature of the egg shell, °C*		
		33.3–36.7	*37.8–38.2*	*38.9–40.0*
Egg weight, g	*65.9 ± 1.03*	*58.8 ± 1.20*	*58.93 ± 1.10*	*59 ± 0.9*
Loss egg weight, %	*12.1 ± 0.20*	*11 ± 1.07*	*12.3 ± 1.18*	*13.8 ± 1.12*
Chicken weight, g	*46.9 ± 0.78*	*39.2 ± 1.20*	*42.3 ± 1.00*	*41.1 ± 1.00*
Chicken weight from the initial egg weight, %	*71.2 ± 0.34*	*66.7 ± 1.40*	*71.8 ± .145*	*69.6 ± 1.34*

Таблица 3

Оценка качества молодняка полученного при естественном насиживании по методике Pasgar©Score

№	Рефлекс	Пупок	Ножки	Клюв	Животик	Pasgar©Score
1						10
2						10
3						10
4						10
5						10
6		1				9
7						10
8						10
9				1		9
10						10
11						10
12						10
Итого	0	1	0	1	0	118
Оценка качества партии с помощью Pasgar©Score равна						9,8

Table 3

Evaluation of the quality of Chicks obtained during natural hatching using the Pasgar©Score method

No.	*Reflex*	*Navel*	*Legs*	*Beak*	*Belly*	*Pasgar©Score*
1						*10*
2						*10*
3						*10*
4						*10*
5						*10*
6		*1*				*9*
7						*10*
8						*10*
9				*1*		*9*
10						*10*
11						*10*
12						*10*
Total	*0*	*1*	*0*	*1*	*0*	*118*
The batch quality score using Pasgar©Score is equal to						*9,8*

Результаты контроля набора массы цыплятами в постэмбриональный период в сравнении с нормируемыми производителем яиц показателями роста, представлены в таблице 4 [18, с. 6].

Представленные ниже графики сравнения набора массы (рис. 2) и среднесуточного прироста живой массы (рис. 3) наглядно демонстрируют сравнительные показатели цыплят из опытной группы и нормированные показатели производителя.

Таблица 4

Динамика набора массы цыплятами кросса Кобб 500, полученными в результате естественного насиживания

День	По нормативу для совместного выращивания курочек и петушков		Фактические данные из опыта	
	Средняя масса цыпленка, г	Среднесуточный прирост живой массы, г	Средняя масса цыпленка, г	Среднесуточный прирост живой массы, г
1	42	0	47 ± 0,8	0
2	56	14	61 ± 1,2	14 ± 1,3
3	72	16	78 ± 1,8	17 ± 0,8
4	89	17	96 ± 1,9	18 ± 0,8
5	109	20	116 ± 2,3	20 ± 1,2
6	131	22	140 ± 2,7	24 ± 1,2
7	157	26	166 ± 2,9	26 ± 1,3
8	185	28	191 ± 3,5	25 ± 1,9
9	215	30	220 ± 4,3	29 ± 1,9
10	247	32	253 ± 4,7	33 ± 1,3
11	283	36	286 ± 5,6	33 ± 1,9
12	321	38	323 ± 6,2	36 ± 1,0
13	364	43	365 ± 7,1	43 ± 2,2
14	412	48	412 ± 7,9	46 ± 1,4
15	465	53	462 ± 8,7	50 ± 1,5
16	524	59	520 ± 9,2	58 ± 1,9
17	586	62	576 ± 9,4	56 ± 2,7
18	651	65	640 ± 9,4	64 ± 1,6
19	719	68	706 ± 9,8	66 ± 1,4
20	790	71	771 ± 10,1	65 ± 1,9
21	865	75	840 ± 10,2	69 ± 1,6
22	943	78	914 ± 11,8	74 ± 1,1
23	1023	80	990 ± 11,9	76 ± 1,0
24	1104	81	1067 ± 12,3	77 ± 1,2
25	1186	82	1145 ± 13,3	77 ± 1,2
26	1269	83	1226 ± 13,9	81 ± 1,8
27	1353	84	1308 ± 14,0	82 ± 2,1
28	1438	85	1392 ± 14,2	84 ± 1,2
29	1524	86	1475 ± 14,3	83 ± 1,7
30	1613	89	1557 ± 14,7	82 ± 2,1
31	1705	92	1643 ± 15,6	87 ± 1,7
32	1799	94	1734 ± 15,9	90 ± 1,5
33	1895	96	1828 ± 16,4	94 ± 1,5
34	1993	98	1921 ± 16,9	93 ± 1,5
35	2092	99	2015 ± 17,2	94 ± 1,4
36	2191	99	2110 ± 17,6	94 ± 1,7
37	2289	98	2200 ± 18,0	90 ± 1,4
38	2386	97	2291 ± 18,9	92 ± 1,1
39	2482	96	2382 ± 19,3	91 ± 1,0
40	2577	95	2471 ± 19,4	89 ± 1,5

Table 4

Dynamics of mass gain by cross Cobb 500 chicks obtained as a result of natural hatching

Day	According to the standard for joint rearing of males and females		The actual data from the experience	
	The average weight of a chicken, g	The average daily body weight gain, g	The average weight of a chicken, g	The average daily body weight gain, g
1	42	0	47 ± 0.8	0
2	56	14	61 ± 1.2	14 ± 1.3
3	72	16	78 ± 1.8	17 ± 0.8
4	89	17	96 ± 1.9	18 ± 0.8
5	109	20	116 ± 2.3	20 ± 1.2
6	131	22	140 ± 2.7	24 ± 1.2
7	157	26	166 ± 2.9	26 ± 1.3
8	185	28	191 ± 3.5	25 ± 1.9
9	215	30	220 ± 4.3	29 ± 1.9
10	247	32	253 ± 4.7	33 ± 1.3
11	283	36	286 ± 5.6	33 ± 1.9
12	321	38	323 ± 6.2	36 ± 1.0
13	364	43	365 ± 7.1	43 ± 2.2
14	412	48	412 ± 7.9	46 ± 1.4
15	465	53	462 ± 8.7	50 ± 1.5
16	524	59	520 ± 9.2	58 ± 1.9
17	586	62	576 ± 9.4	56 ± 2.7
18	651	65	640 ± 9.4	64 ± 1.6
19	719	68	706 ± 9.8	66 ± 1.4
20	790	71	771 ± 10.1	65 ± 1.9
21	865	75	840 ± 10.2	69 ± 1.6
22	943	78	914 ± 11.8	74 ± 1.1
23	1023	80	990 ± 11.9	76 ± 1.0
24	1104	81	1067 ± 12.3	77 ± 1.2
25	1186	82	1145 ± 13.3	77 ± 1.2
26	1269	83	1226 ± 13.9	81 ± 1.8
27	1353	84	1308 ± 14.0	82 ± 2.1
28	1438	85	1392 ± 14.2	84 ± 1.2
29	1524	86	1475 ± 14.3	83 ± 1.7
30	1613	89	1557 ± 14.7	82 ± 2.1
31	1705	92	1643 ± 15.6	87 ± 1.7
32	1799	94	1734 ± 15.9	90 ± 1.5
33	1895	96	1828 ± 16.4	94 ± 1.5
34	1993	98	1921 ± 16.9	93 ± 1.5
35	2092	99	2015 ± 17.2	94 ± 1.4
36	2191	99	2110 ± 17.6	94 ± 1.7
37	2289	98	2200 ± 18.0	90 ± 1.4
38	2386	97	2291 ± 18.9	92 ± 1.1
39	2482	96	2382 ± 19.3	91 ± 1.0
40	2577	95	2471 ± 19.4	89 ± 1.5

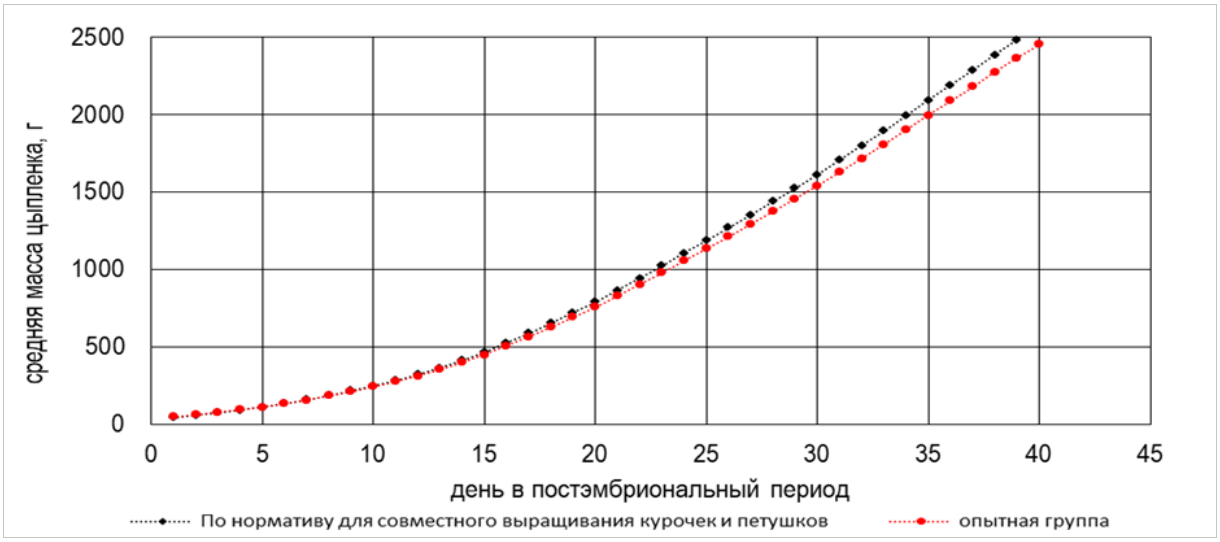


Рис. 2. Сравнительный график набора массы цыплятами кросса Кобб 500, полученными в результате естественного насиживания и нормируемыми производителем параметрами

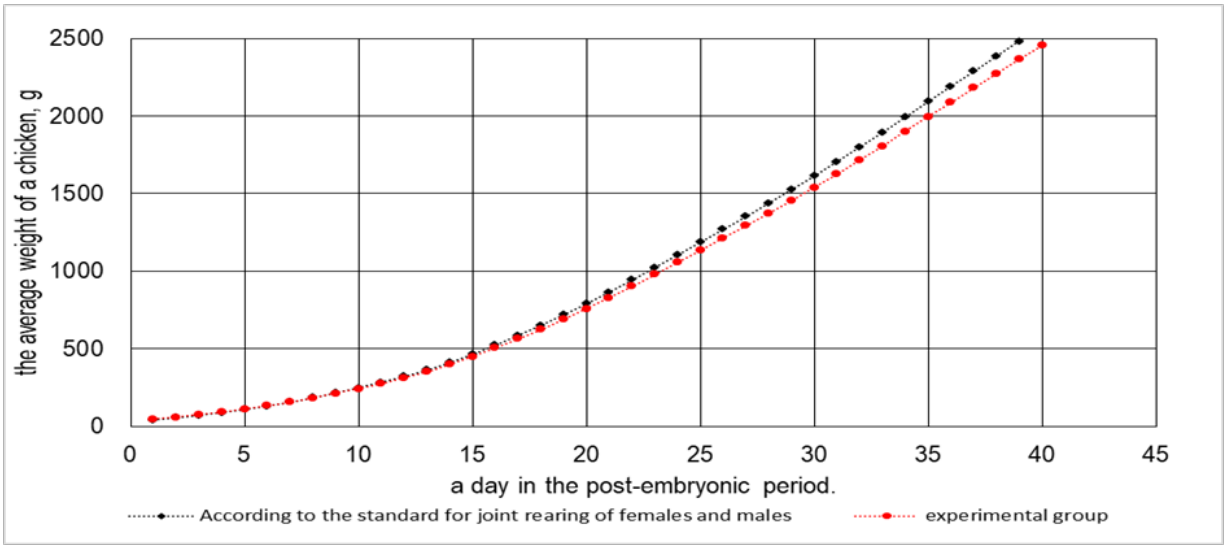


Fig. 2. Comparative graph of the weight gain of a cross Cobb 500 chicken, obtained as a result of natural hatching and normalized by the manufacturer parameters

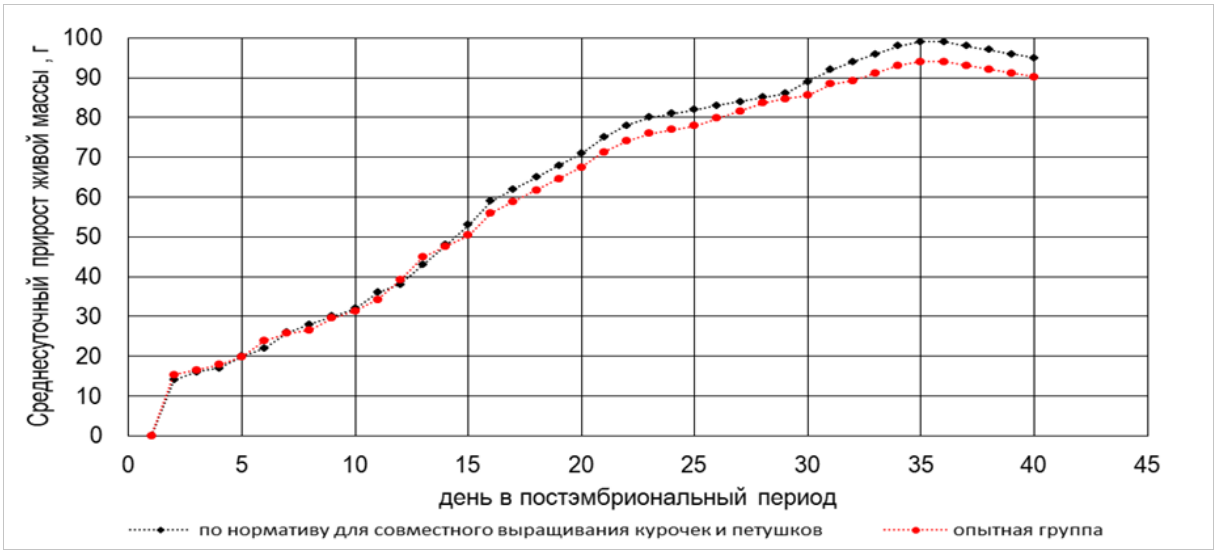


Рис. 3. Сравнительный график среднесуточного прироста живой массы цыплятами кросса Кобб500, полученными в результате естественного насиживания и нормируемыми производителем параметрами

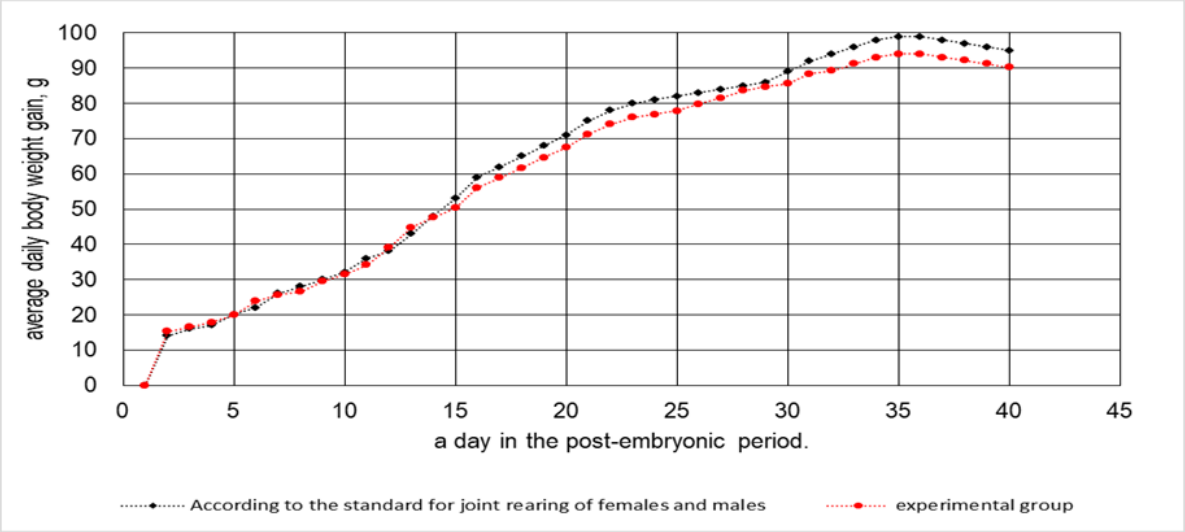


Fig. 3. Comparative graph of the average daily increase in live weight of a cross Cobb 500 chicken, obtained as a result of natural hatching and normalized by the manufacturer parameters

Рис. 4. Наседка с цыпленком
Fig. 4. A hen with a chick

Несмотря на то что показатели, достигнутые в результате опыта, несколько ниже нормативных, разница между показателями средней массы и среднесуточного прироста живой массы незначительна и может являться следствием выращивания цыплят совместно с наседками, при отсутствии термостатируемого помещения (рис. 4).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате проведенного опыта было установлено, что естественная инкубация яиц кур высокопродуктивного мясного кросса Кобб 500 обеспечивает соблюдение требуемых для нормального развития эмбрионов параметров снижения массы яиц и высоких показателей выводимости, а качество полученного молодняка отвечает нормируемым требованиям. Мониторинг двигательной активности наседки позволяет предположить, что температурный режим естественной инкубации значительно отличается от рекомендованного температурного режима искусственной инкубации яиц кросса Кобб 500, а также характеризуется множественными краткосрочными охлаждениями. Учитывая вышеизложенное, изучение параметров естественной инкубации с применением современных технических средств контроля представляется перспективным для использования полученных данных при расчете и обосновании нового температурного режима искусственной инкубации.

Библиографический список

1. Щербатов В. И., Смирнова Л. И., Щербатов О. В. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: монография. Краснодар: изд-во КубГАУ, 2015. 183 с.
2. Güz B. C., Molenaar R., Jong I., Krimpen M. Eggshell temperature patterns during incubation on tibia characteristics of broiler chickens at slaughter age // 5th International Poultry Meat Congress: Conference Paper. Antalya. 2019. P. 18.
3. Руководство по настройке инкубационных программ Pas Reform Hatchery Technologies [Электронный ресурс] // Сайт компании Pas Reform. URL: https://www.pasreform.com/ru/knowledge/14/rukovodstvo-po-nastroike-inkubatsionnykh-programm (дата обращения: 25.06.2019).
4. Щербатов В. И., Вороков В. Х., Петренко Ю. Ю. Режимы инкубации и мясная продуктивность цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2015. № 1. С. 17–22.
5. Щербатов В. И., Тори Д. Х. Синхронизация вывода цыплят при искусственной инкубации // Птицеводство. 2017. № 3. С. 22–24.
6. Буяров А. В., Буяров В. С. Резервы повышения эффективности производства мяса бройлеров // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 6 (63). С. 80–92.
7. Буяров В. С., Червонова И. В., Буяров А. В., Алдобаева Н. А. Современные мясные и яичные кроссы кур: зоотехнические и экономические аспекты // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (57). С. 88–99.
8. Morita V. S., Almeida V. R., Matos Junior J. B., Vicentini T. I., van den Brand H., BoleliI. C. Incubation temperature alters thermal preference and response toheat stress of broiler chickens along the rearing phase // Poultry Science. 2016. No. 95 (8). Pp. 1795–1804.
9. Борисов В. В. Методика изучения насиживания и инкубации у птиц при помощи инструментальных методов: учебное пособие. Псков: изд-во Псковского государственного педагогического университета им. С. М. Кирова, 2006. 52 с.
10. Судаков А. Н., Андрианов Е. А. Мониторинг состояния эмбриона птиц в реальном времени // Биотехнологии и инновации в агробизнесе: материалы международной научно-практической конференции. Белгород. 2018. Ч. II. С. 80–84.
11. Щербатов В. И., Шкуро О. А. Новый режим инкубации яиц сельскохозяйственной птицы // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 72-й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2016–2017 г. Краснодар. 2017. С. 275–276.
12. Андрианов Е. А., Андрианов А. А., Судаков А. Н., Скользнев Н. Я. Оптический метод регистрации двигательной активности эмбриона птиц // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (59). С. 79–85.
13. Andrianov E. A., Sudakov A. N., Andrianov A. A., Skolznev N. Ya. Non-invasive monitoring of avian embryo heart rate // Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 2019. Vol. 7. No. 3. Pp. 119–122.
14. Shaffer S. A., Clatterbuck C. A., Kelsey E. C. As the Egg Turns: Monitoring Egg Attendance Behavior in Wild Birds Using Novel Data Logging Technology // Plos one. 2014. No. 9. P. 105.
15. Andrianov E. A., Andrianov A. A., Sudakov A. N., Dudin P. I. Using the heart rate of a bird embryo to monitor its conditionч// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh, 2020. Vol. 422. 012043. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012043.
16. Andrianov E. A., Andrianov A. A., Sudakov A. N., Dudin P. I. The study of the natural chicken brooding in laboratory conditions // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh, Russian Federation: IOP Publishing. 2020. Vol. 422. 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012051.
17. Ipek A., Umran S., Can B. S., Arda S. The effects of different eggshell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler // Poultry science. 2014. No. 93. Pp. 464–472.
18. Руководство по содержанию и выращиванию бройлеров Кобб [Электронный ресурс] // Портал КФХ «Макошь». URL: https://kfhmakosh.ru/sites/default/files/rukovodstvo_kobb500.pdf (дата обращения: 22.01.2020).
19. Способ инкубации яиц кур мясных и яичных кроссов: патент 2613282 РФ № 2015140419, МПК A01K 41/02, A01K41/00 / А. Б. Дымков, Т. Н. Колокольникова, А. Б. Мальцев; заявл. 22.09.2015; опубл. 15.03.2017. 7 с.
20. Способ инкубации яиц сельскохозяйственной птицы и устройство для его осуществления: патент № 2107434 РФ № 94035822/13, A01K41/00 / Е. И. Фандеев, В. Г. Ушаков, П. Ф. Тришечкин, В. А. Карчков, В. П. Толдин; заявл. 27.09.1994; опубл. 27.03.1998. 5 с.

Об авторах:

Александр Николаевич Судаков[1], аспирант кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности, ORCID 0000-0001-7431-0675, AuthorID 1010761; *ansudak@gmail.com*

Евгений Александрович Андрианов[1], доктор сельскохозяйственных наук, профессор, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности, ORCID 0000-0002-4248-7684, AuthorID 665673; *evgeniy377@gmail.com*

Алексей Александрович Андрианов[1], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности, ORCID 0000-0002-9141-3948, AuthorID 259984; *alexey739@gmail.com*

[1] Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

Natural egg incubation of high-productive meat cross of chickens

A. N. Sudakov[1]✉, E. A. Andrianov[1], A. A. Andrianov[1]
[1] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia
✉*E-mail: ansudak@gmail.com*

Abstract. The article presents study outcomes of the natural egg incubation of the high-productive meat cross Cobb 500 under brood hens of the Bantam breed, as well as indicators of the subsequent offspring growth. **The purpose** of research is to obtain data on the success of natural egg incubation and the subsequent offspring growth of meat cross-breeding of chickens to determine the practicability of studying the parameters of natural incubation with modern technical means, to identify the most important parameters of natural incubation and to develop new temperature conditions for artificial incubation. **Method of research.** The research was conducted in 2019 on the basis of the hatchery "Galichya Gora" of the FSBEI of Higher education "Voronezh State University". The brood hens were kept in laboratory conditions in separate coops. Each of the 3 brood hens was laid with 4 eggs of the Cobb 500 cross from one batch. The **scientific novelty** of the research lies in the fact that the results of natural incubation and the indicators of subsequent offspring growth were studied for meat cross of chickens, to which natural incubation was not previously applied. Video monitoring of the incubation process has allowed to establish a significant motion activity of the brood hens during the incubation process. **Results.** As a result of the study, it was found that the decrease in egg mass during the incubation period is 12.1 ± 0.20 %, the average weight of the chicken from the initial mass of the incubation egg is 71.2 ± 0.34 %. The offspring was evaluated at 9.8 points according to the Pasgar©Score system. On the 40th day, the live weight of broilers was 2471 ± 19.4 g. Based on the study, it was concluded that natural brooding provides high incubation rates and offspring quality of high-productive meat cross Cobb 500. The practicability of studying the parameters of natural incubation of meat cross eggs with modern technical means is established.
Keywords: temperature conditions, brood hen, brooding, natural incubation, hatchability, productivity, meat cross.

For citation: Sudakov A. N., Andrianov E. A., Andrianov A. A. Estestvennaya inkubatsiya yaits vysokoproduktivnykh myasnykh krossov kur [Natural egg incubation of high-productive meat cross of chickens] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 68–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-68-79. (In Russian.)

Paper submitted: 20.04.2020.

References

1. Shcherbatov V. I., Smirnova L. I., Shcherbatov O. V. Inkubatsiya yaits selskokhozyaystvennoy ptitsy [Incubation of poultry eggs]. Krasnodar: izdatel'stvo KubGAU, 2015. 183 p. (In Russian.)
2. Güz B. C., Molenaar R., Jong I., Krimpen M. Eggshell temperature patterns during incubation on tibia characteristics of broiler chickens at slaughter age // 5th International Poultry Meat Congress: Conference Paper. Antalya. 2019. P. 18.
3. Rukovodstvo po nastroyke inkubatsionnykh program Pas Reform Hatchery Technologies [Guide to setting up incubation programs Pas Reform Hatchery Technologies] [e-resource] // Site Pas Reform. URL: https://www.pasreform.com/ru/knowledge/14/rukovodstvo-po-nastroike-inkubatsionnykh-programm (appeal date: 25.06.2019). (In Russian.)
4. Shcherbatov V. I., Vorokov V. Kh., Petrenko Yu. Yu. Rezhimy inkubatsii i myasnaya produktivnost' tsyplyat-broylerov [Incubation modes and meat productivity of broiler chickens] // Ptitsevodstvo. 2015. No. 1. Pp. 17–22. (In Russian.)
5. Shcherbatov V. I., Tori D. Kh. Sinkhronizatsiya vyvoda tsyplyat pri iskusstvennoy inkubatsii [Chickshatching synchronization during artificial incubation] // Ptitsevodstvo. 2017. No. 3. Pp. 22–24. (In Russian.)
6. Buyarov A. V., Buyarov V. S. Rezervy povysheniya effektivnosti proizvodstva myasa broylerov [Reserves for improving the efficiency of broiler meat production] // Vestnik OrelGAU. 2016. No. 6 (63). Pp. 80–92. (In Russian.)
7. Buyarov V. S., Chervonova I. V., Buyarov A. V., Aldobaeva N. A. Sovremennye myasnye i yaichnye krossy kur: zootekhnicheskie i ekonomicheskie aspekty [Modern meat and egg crosses of chickens: zootechnical and economic aspects] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018. No. 2 (57). Pp. 88–99. (In Russian.)
8. Morita V. S., Almeida V. R., Matos Junior J. B., Vicentini T. I., van den Brand H., BoleliI. C. Incubation temperature alters thermal preference and response toheat stress of broiler chickens along the rearing phase // Poultry Science. 2016. No. 95 (8). Pp. 1795–1804.
9. Borisov V. V. Metodika izucheniya nasizhivaniya i inkubatsii u ptits pri pomoshchi instrumentalnykh metodov: uchebnoeposobie [The methodology for the study of incubation and incubation in birds with the help of instrumental methods: tutorial]. Pskov: izdatel'stvo Pskovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. S. M. Kirova, 2006. 52 p. (In Russian).
10. Sudakov A. N., Andrianov E. A. Monitoring sostoyaniya embriona ptits v realnom vremeni [Real-time monitoring of bird embryo status] // Biotekhnologii i innovatsii v agrobiznese: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Belgorod, 2018. Vol. II. Pp. 80–84. (In Russian).

11. Shcherbatov V. I., Shkuro O. A. Novyy rezhim inkubatsii yaits selskokhozyaystvennoy ptitsy [New mode of incubation of poultry eggs] // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statey po materialam 72 nauchno-prakticheskoy konferentsii prepodavateley po itogam NIR za 2016–2017. Krasnodar, 2017. Pp. 275–276. (In Russian.)
12. Andrianov E. A., Andrianov A. A., Sudakov A. N., Skolznev N. Ya. Opticheskiy metod registratsii dvigatelnoy aktivnosti embriona ptits [Optical method for recording the motor activity of a bird embryo] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018. No. 4 (59). Pp. 79–85. (In Russian.)
13. Andrianov E. A., Sudakov A. N., Andrianov A. A., Skolznev N. Ya. Non-invasive monitoring of avian embryo heart rate // Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 2019. Vol. 7. No. 3. Pp. 119–122.
14. Shaffer S. A., Clatterbuck C. A., Kelsey E. C. As the Egg Turns: Monitoring Egg Attendance Behavior in Wild Birds Using Novel Data Logging Technology // Plos one. 2014. No. 9. P. 105.
15. Andrianov E. A., Andrianov A. A., Sudakov A. N., Dudin P. I. Using the heart rate of a bird embryo to monitor its condition // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh, 2020. Vol. 422. 012043. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012043.
16. Andrianov E. A., Andrianov A. A., Sudakov A. N., Dudin P. I. The study of the natural chicken brooding in laboratory conditions // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Materials 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. Voronezh, Russian Federation: IOP Publishing. 2020. Vol. 422. 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012051.
17. Ipek A., Umran S., Can B. S., Arda S. The effects of different eggshell temperatures on embryonic development, hatchability, chick quality, and first-week broiler // Poultry science. 2014. No. 93. Pp. 464–472.
18. Rukovodstvo po soderzhaniyu i vyrashchivaniyu broylerov Kobb [Guide to the maintenance and cultivation of broilers Cobb] [e-resource] // Portal of peasant farming "Makosh'". URL: https://kfhmakosh.ru/sites/default/files/rukovodstvo_kobb500.pdf (appeal date: 22.01.2020). (In Russian.)
19. Sposob inkubatsii yaits kur myasnykh i yaichnykh krossov [The method of incubation of eggs of chicken meat and egg crosses]: patent 2613282 RF No. 2015140419, MPK A01K 41/02, A01K41/00 / A. B. Dymkov, T. N. Kolokol'nikova, A. B. Mal'tsev; declared 22.09.2015; published 15.03.2017. 7 p.
20. Sposob inkubatsii yaits sel'skokhozyaystvennoy ptitsy i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya [Method for incubating eggs of poultry and device for its implementation]: patent 2107434 RF No. 94035822/13, A01K41/00 / E. I. Fandeev, V. G. Ushakov, P. F. Trishechkin, V. A. Karchkov, V. P. Toldin; declared 27.09.1994; published 27.03.1998. 5 p.

Authors' information:

Aleksandr N. Sudakov[1], postgraduate of the department of technological equipment, processes of processing industries, agricultural mechanization and life safety, ORCID 0000-0001-7431-0675, AuthorID 1010761; *ansudak@gmail.com*
Evgeniy A. Andrianov[1], doctor of agricultural sciences, professor, associate professor of the department of technological equipment, processes of processing industries, agricultural mechanization and life safety, ORCID 0000-0002-4248-7684, AuthorID 665673; *evgeniy377@gmail.com*
Aleksey A. Andrianov[1], candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of technological equipment, processes of processing industries, agricultural mechanization and life safety, ORCID 0000-0002-9141-3948, AuthorID 259984; *alexey739@gmail.com*
[1] Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia

UDC 636.6.08
UAC Code 06.02.08
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-80-85

Influence of zeolite honguruu on growth and development, digestibility and metabolism of geese

N. M. Chernogradskaya[1], R. L. Sharvadze[2], M. F. Grigoriev[1]✉, A. I. Grigorieva[3]
[1] Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia
[2] Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
[3] North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk, Russia
✉*E-mail: grig_mf@mail.ru*

Abstract. **The purpose** of the study is to determine the effect of zeolite honguruu on the growth and development, digestibility and metabolism of geese in the conditions of Yakutia. During the experiment, research **methods** generally accepted in poultry farming were used. Live weight – by weighing birds, digestibility and metabolism according to the method of VIZH, VNITIP. **The scientific novelty** of the research was to find the possibility of involving natural zeolite in the feed ration of young goose young in the conditions of Yakutia. For carrying out the experiments, we formed 3 groups of geese of 20 animals in each analogue method. Therefore, we determined the effect of zeolite on growth, development, physiological state, and digestibility of nutrients. The purpose of the research is to identify the degree of safety when using zeolite in poultry farming and to obtain an environmentally friendly product for human nutrition. The use of zeolite contributed to an increase in gross increase in live weight by 14.13 % and 19.22 %. So, the supplement contributed to an increase in average daily growth during all periods of cultivation: in 60–70 days – 7.85 % and 15.24 %; in 70–80 days – by 21.73 % and 28.30 %, in 80–90 days – by 13.61 % and 15.76 %. During the experiment, the control group of geese accounted less than the experimental groups of birds – 14.14 % and 19.22 %. A physiological experiment was conducted to determine the effect of zeolite honurin on metabolism. It was found that the additive contributes to better digestion of nutrients in terms of dry matter by 0.9 % and 1.58 %, organic matter by 0.83 % and 1.38 %, protein by 0.64 % and 0.92 %, fat by 0.84 % and 1.58 %, fiber by 0.33 % and 2.21 %, and nitrogen-free extractives by 0.96 % and 1.42 %. During the experiment, it was found that the nitrogen balance in all geese was positive but had differences in the degree of deposition in the body. So the experimental geese of the experimental groups exceeded their peers from the control group by 3.47 % and 5.56 %, respectively. Thus, the use of zeolite zeolite is positive for the growth and development, digestibility and metabolism of geese.

Keywords: geese, feeding, feed additives, metabolism.

For citation: Chernogradskaya N. M., Sharvadze R. L., Grigoriev M. F., Grigorieva A. I. Influence of zeolite honguruu on growth and development, digestibility and metabolism of geese // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 80–85. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-80-85.

Paper submitted: 07.04.2020.

Introduction

Zeolites are of particular importance in the feeding of farm animals and birds. Their inclusion in the diet contributes to the enrichment of the mineral composition, and also to more active assimilation of nutrient and mineral elements. Zeolites have ion-exchange, sorbing and bactericidal properties [1, p. 433], [4, p. 2], [7, p. 1130], [8, p. 3488], [11, p. 2092], [20, p. 160].

Zeolites are used in feeding poultry not only as the mechanically acting factor, but also as an effective source of macro- and microelements. Their use in feeding birds helps to mitigate the regime of limited feeding, as well as it improves the degree of the safety of birds [6, p. 102], [17, p. 2], [18, p. 1633], [19, p. 77], [22, p. 422].

The first tests of zeolite as feed additives were carried out in Japan in 1965. Zeolite was included in the composition of feed for birds. Studies have shown that the inclusion of 3.5–10 % of zeolites in animal feed contributed to a decrease in feed intake, as well as an increase in growth intensity and an increase in the safety of birds. In the USA, Cuba, Bulgaria, Hungary and Japan, zeolites have been widely used in various industries [14, p. 54].

Conducted comprehensive research Yu. V. Pavlenko (2018) on the use of zeolite shivyrtuin as a feed additive in the sectors of livestock and poultry, specialized dairy and beef cattle breeding, sheep breeding, fish farming, as well as in the production of premixes, various veterinary preparations, animal feed, etc. showed the economic and practical effectiveness of their use in agriculture. It allowed determining the norms for their inclusion in the diets ensuring environmental safety of the resulting food product [16, p. 35].

Stationary studies of the effect of various dozolite of the Khotynetsk field of the Oryol region in the feeding of farm animals and birds. The authors found out that the optimal dose for cattle is their inclusion in the amount of 5 % of the dry weight of the feed, this proportion was most conducive to increasing the immunity and productivity of cattle: increase

© N. M. Chernogradskaya, R. L. Sharvadze, M. F. Grigorev, A. I. Grigoreva, 2020

in large-fruited by 11.8 %, increase in the content of immunoglobulins by 13.1 % , milk productivity by 7.8 %, young growth in live weight by 7–16 % with a decrease in feed consumption for growth by 0.4–0.5 feed units, improved blood picture (increase in the number of red blood cells by 9.2 %, content total protein by 6.2 % and albumin 5.4 %, improved phosphorus-calcium metabolism in the organism of experimental animals. In feeding sows and piglets, the optimal dose of zeolite incorporation was found to be 3 % of the dry weight of the feed. The use of zeolite in pig diets made it possible to: increase immunity, improve the morphological composition and biochemical parameters of blood, increase the average daily increase by 7.2–13.5 %, save by 11.1 %, reduce the incidence of the gastrointestinal tract. Tests of zeolite in the feeding of hen eggs revealed that the additive is the optimal norm which amounted to 4–5 % of the dry weight of the feed. The use of zeolite 4 % of dry food in the diet of Super nick cross chickens allowed to achieve: improved morphological and biochemical parameters of blood (red blood cells by 1.8–4.2 %, hemoglobin by 3.3–4.6 %, total protein by 9, 7–12.1 %, albumin by 1.6–7.6 %, calcium by 7.0–13.1 %), while the qualitative indicators changed (egg weight increased by 3.3–5.3 %, thickness shells by 13.2–14.6 %, strength by 5.4–16.1 %, egg production by 10.7 %). The use of zeolite 5 % of dry food in the diet of hens cross-country Lohmann Brown, allowed to improve indicators: blood (red blood cells by 6.5–7.4 %, hemoglobin by 2.8–4.2 %, total protein by 4.9–11,0 %, albumin by 8.9–38.0%, calcium by 13.7–14.6 %), a decrease in feed costs for growth by 5.1–13.0 % and egg production by 10.5 % , preservation by 3.1–9.5 %, egg production by 11.7 %, egg weight by 1.4 %. When using the Khotynets zeolite, the performance indicators were in feeding cattle 1.8 rubles, pigs 3.41–4.76 rubles, chickens – 4.4 rubles for 1 ruble of expenses [5, p. 37].

In Yakutia, there is a large deposit of zeolite – honguruu in the Suntarsky district [9, p. 32065], [10, p. 20010], [15, p. 1652].

The aim of the research is to study the effect of zeolite honguruu on the growth and development, digestibility and metabolism of geese.

Research objectives:

– to study the growth and development of geese when feeding them zeolite honguruu;

– to indentify digestibility of nutrients and nitrogen metabolism of geese when honguruu zeolite is included in the diet.

Methods

The studies were carried out in the subsidiary farm of the Yakut State Agricultural Academy. Scientific and economic experiments were conducted on geese at the age of 8 weeks with the use of zeolite honguruu as part of their diet according to the following scheme (table 1).

Zeolite honguruu was mixed with a daily portion of the diet of birds. The geese were fed 4 times a day, the content is outdoor. The main diet was calculated on the basis of feeding rates, taking into account the availability of feed. The quality of feeding was controlled by live weight, age and the amount of feed consumed. At the end of the experiment, a pathological dissection of three geese from each group was performed, followed by a histological examination of the internal organs. The living conditions of all experimental birds were the same and corresponded to the technology adopted in the Yakut State Agricultural Academy farm.

Results

The organization of feeding geese has its own peculiarities of their growing technology [2, p. 526], [3, p. 536], [13, p. 888]. Therefore, the feeding of geese is taken into account with the calculation of the breeding season of birds, where they must have good nutrition. For a day, geese in a good pasture can consume up to 2 kg of green food.

It is known that geese are distinguished by an intensive metabolism [21, p. 288], [23, p. 2], therefore, their diets should contain all normalized organic, mineral substances and vitamins.

Under the conditions of industrial poultry farming, geese are fed with full-feed feed families in loose and granular form (pellet size does not exceed 6 mm), on average, geese can consume up to 330–350 g of feed per head per day.

There is a message that when energy is reduced to less than 1.01 MJ in compound feeds, a decrease in live weight is observed, and while ensuring high caloric content of compound feed (above 1.17 MJ), obesity and termination of egg laying are observed.

Therefore, the diets of geese should be optimal in accordance with modern detailed feeding standards. Feeding of adult geese should be carried out taking into account their biological cycle and level of productivity. Therefore, the quality control of feeding geese should be carried out systematically taking into account the live weight and quality of the eggs. When feeding goslings take into account the breed, age and direction of productivity. In the first eight weeks, goslings are characterized by very intensive growth, therefore, for sufficient supply, highly nutritious diets are required.

Table 1

Scheme of experience in testing honguruu in the diet of young geese

Group of birds	*Experimental groups*	*Number of animals*	*Feeding conditions*
Fattening young geese	*Control*	*20*	*BD*
	I experimental group	*20*	*BD + X 3 % of the dry matter of the diet*
	II experimental group	*20*	*BD + X 5 % of the dry matter of the diet*

Note: BD – basic diet, X – zeolite.

© N. M. Chernogradskaya, R. L. Sharvadze, M. F. Grigorev, A. I. Grigoreva, 2020

When growing geese, they can use the dry type of feeding, namely the use of full-feed compound feeds in accordance with modern classifiers (brands PK-31, PK-32, PK-33).

Peculiarities of feeding geese from other types of farm birds lies in the possibility of eating feed at night. Therefore, in the evening, the feeders are filled with feed and drinking water. With poor plumage, goslings need to include methionine or feather flour in the diet, and instead of water, drink a weak solution of sodium chloride (0.2–0.3 %) for 2–3 days to better cleanse the beak.

This must be done to preserve the number of birds.

During the day, geese can consume up to 2 kg of green food. Geese perfectly eat the green mass of legumes and cereal grasses.

Experimental geese on walking grounds from special feeders received up to 15 % of fresh herbs and mixed fodder, chalk, vitamin and amino acid supplements (lysine, methionine and cystine), to improve digestibility, along with gravel, they gave honguruu.

An active exercise was organized daily for experimental geese, feeding of experimental geese was organized 5–6 times a day until reaching 30 days of age, 4 times until reaching 60 days, 3 times – over 2 months of age. During the experiment, geese were provided with clean, warm drinking water, in order to improve the vitamin-amino acid nutrition of birds, trivit and methionine were additionally included in the diet (table 2).

Feeding analysis of geese meets the required feeding standards. Energy supply is 101.2 %; the ratio of calcium and phosphorus is 1.73:1, according to the composition of the essential amino acids, there are some differences in the lysine content of 85.4 %, methionine + cystine, respectively, 86.2 %; there is a lack of sodium of only 30 %.

The quality control of the feeding of experimental geese was evaluated by live weight and the amount of feed consumed.

At the age of 9 weeks, experimental birds consumed cereal grasses, complete feed from 30 to 90 g or more (per head per day), as well as 150 g of cabbage leaf (table 3).

At the end of the scientific and economic experiment, experimental geese consumed 270 g of mixed feed and 150 g of cabbage leaf or 3.040 MJ of exchange energy, which corresponded to the required feed for bird feeding in terms of energy content.

Thus, the analysis of the actual feeding of the experimental geese corresponded to the norms of feeding poultry.

According to [12, p. 11], the quality control of feeding young geese should be carried out according to live weight and average daily feed intake (table 4).

The live weight of the experimental geese was recorded at the beginning of the experiment – 3248–3254 g, at the end of the experiment it was 5180.06 g in the control, 5450.41 g in the experimental I and 5554.59 g in the experimental II (fig. 1).

The addition of 3 % honguruu to the main diet, or 8.6 g/day per head in the experimental group I increases the gross increase in live weight by 14.13 % ($P > 0.999$), in the experimental group II, where the supply of zeolite was 5 % (14,4 g/day) – by 19.22 %, compared with the control ($P > 0.999$).

Table 2

The ration of geese during the experiment (age 8 weeks, live weight 3250 g), per one head per day

Index	Norm	Geese group		
		Control	I experimental group	II experimental group
Compound feed, g		328	328	328
Cabbage leaf, g		100	100	100
Zeolite,% of the dry matter of the diet or g per day per 1 head		–	8.6 g	14.4 g
The ration contains, g:				
Metabolic energy, MJ	3.961	4.009	4.009	4.009
Dry matter	280.0	293.0	293.0	293.0
Crude protein	75.0	64.7	64.7	64.7
Crude fiber	15.0	18.0	18.0	18.0
Fat	8.0	7.8	7.8	7.8
Calcium	4.1	4.5	4.5	4.5
Phosphorus	2.7	2.4	2.4	2.4
Lizin	1.7	1.4	1.4	1.4
Methionine + cystine	1.5	1.3	1.3	1.3
Sodium	1.0	0.3	0.3	0.3

Table 3

Ration geese at the end of scientific experience, age 9 weeks

Index	The amount of feed, g	Metabolic energy, MJ	Dry matter, g	Crude protein, g	Crude fiber, g	Ca, g	P, g	Na, g
Compound feed	270	2.835	229.5	42.12	13.23	3.24	1.67	0.74
Cabbage leaf	150	0.209	21.3	3.6	2.85	0.24	0.06	0.07
Total	–	3.044	250.8	45.72	16.08	3.48	1.73	0.81
Normally required	–	3.040	243	44.2	17.35	3.98	1.83	0.84
Difference	–	+0.004	+7.8	+1.52	–1.27	–0.5	–0.1	-0.03
Enough feed, %	–	100.1	103.2	103.4	92.7	87.4	94.3	96.4

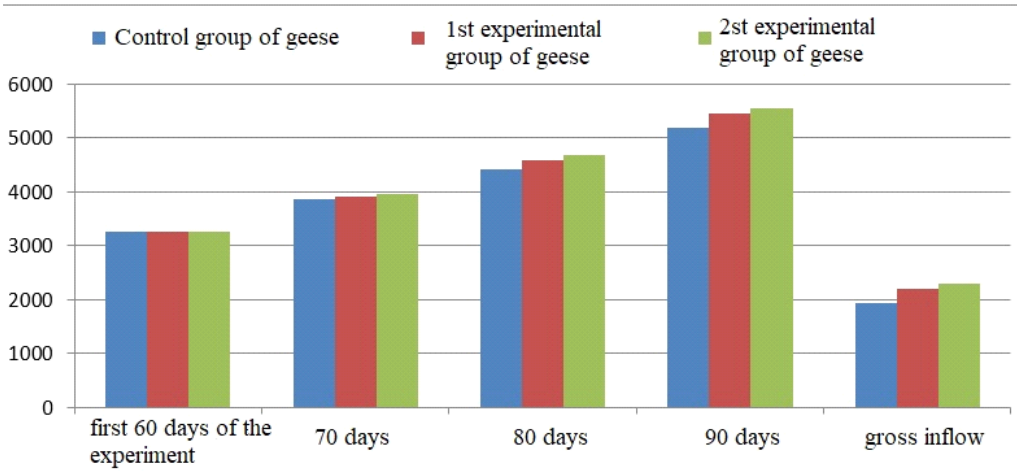


Fig. 1. Dynamics of live weight of experimental geese, g

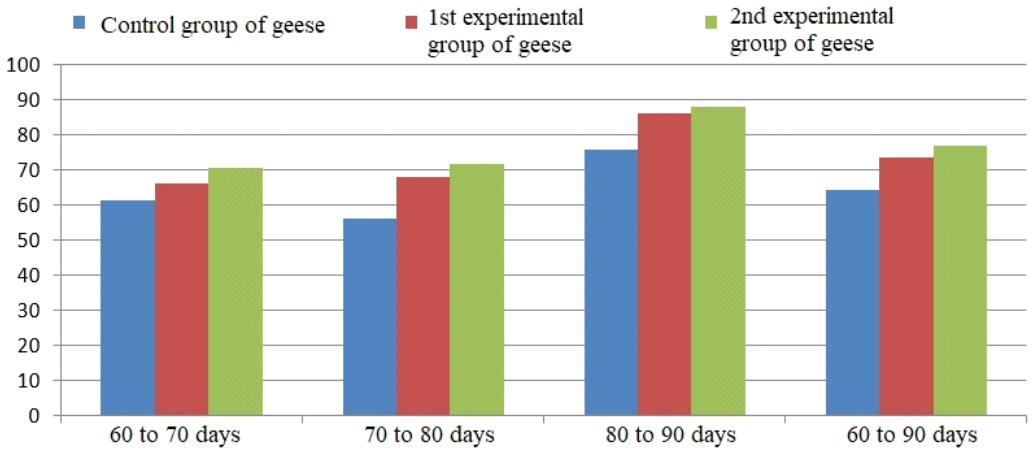


Fig. 2. The average daily gain in live weight of experimental geese, g

Table 4

Consumption of feed and nutrients of geese during the experiment (30 days), kg

Indicator	*During the experiment, one head per experience (all feed)*	*During the experiment, one head per experience (feed)*	*During the experiment for 20 animals per experiment (all feed)*	*During the experiment, 20 animals per experience (feed)*
Compound feed PK-32	*8.97*	*10.05*	*179.4*	*201.0*
Cabbage leaf	*3.75*		*75.0*	
Meadow grass, g	*5.10*		*153.0*	
Contained in the diet				
ME, MJ	*117.6*	*117.6*	*2 352.0*	*2 352.0*
ME, kcal	*28 350.0*	*28 350.0*	*567 000.0*	*567 000.0*
Crude protein, g	*1 769.1*	*1 809.0*	*35 382.0*	*36 180.0*
Calcium, g	*160.5*	*160.8*	*3 210.0*	*3 216.0*
Phosphorus, g	*74.7*	*80.4*	*1 494.0*	*1 608.0*
Sodium, g	*43.8*	*40.2*	*876.0*	*804.0*
Zeolite honguruu (I experimental group), g	*300*	*300*	*6 000*	*6 000*
Zeolite honguruu (II experimental group), g	*510*	*510*	*10 200*	*10 200*

The dynamics of average daily gains in live weight of geese with the inclusion of 3 % and 5 % honguruu is presented in the diagram (fig. 2).

The addition of honguruu to the daily diet of geese contributed to an increase in the average daily growth of young animals of the experimental groups of birds in comparison with the control group of geese by growing periods: in 60–70 days – 7.85 % and 15.24 %; in 70–80 days – by 21.73 % and 28.30 %, in 80–90 days – by 13.61 % and 15.76 %, respectively. On average, the control group lost 14.14 % and 19.22 % to the experimental groups of birds during the experiment. For all growing periods, the difference is significant $P > 0.999$. This proves that honguruu has a positive effect on the growth and development of experimental geese.

Table 5

The digestibility coefficient of nutrients of geese, % (M ± m, n = 3)

Geese group	Dry matter	Organic matter	Protein	Fat	Cellulose	nitrogen-freeextractive substances
Received with feed, g						
Control	269.82	248.21	56.95	13.73	19.76	157.76
I experimental group	269.82	248.21	56.95	13.73	19.76	157.76
II experimental group	269.82	248.21	56.95	13.73	19.76	157.76
Excreted in feces, g						
Control	94.93 ± 13.33	77.57 ± 10.50	10.44 ± 1.80	5.05 ± 0.88	9.42 ± 1.09	52.65 ± 6.85
I experimental group	92.51 ± 4.85	75.51 ± 3.87	10.07 ± 0.76	4.93 ± 0.48	9.35 ± 1.10	51.14 ± 2.75
II experimental group	90.67 ± 4.81	74.15 ± 3.81	9.91 ± 0.72	4.83 ± 0.54	8.98 ± 0.53	50.41 ± 2.95
Digested, g						
Control	174.88 ± 13.33	170.63 ± 10.50	46.50 ± 1.80	8.68 ± 0.88	10.34 ± 1.09	105.10 ± 6.85
I experimental group	177.30 ± 4.85	172.69 ± 3.87	46.87 ± 0.76	8.79 ± 0.48	10.41 ± 1.10	106.62 ± 2.75
II experimental group	179.14 ± 4.81	174.05 ± 3.81	47.03 ± 0.72	8.89 ± 0.54	10.78 ± 0.53	107.34 ± 2.95
Digestibility coefficient, %						
Control	64.81 ± 4.94	68.74 ± 4.23	81.66 ± 3.17	63.20 ± 6.44	52.33 ± 5.56	66.62 ± 4.34
I experimental group	65.71 ± 1.79	69.57 ± 1.56	82.30 ± 1.34	64.04 ± 3.52	52.66 ± 5.59	67.58 ± 1.74
II experimental group	66.39 ± 1.78	70.12 ± 1.53	82.58 ± 1.26	64.78 ± 3.99	54.54 ± 2.71	68.04 ± 1.87

Table 6

Nitrogen balance of experimental geese, (M ± m, n = 3)

Indicator	Geese groups		
	Control	I experimental group	II experimental group
Taken with food, g	3.17 ± 0.00	3.17 ± 0.00	3.17 ± 0.00
Allocated, g	1.74 ± 0.30	1.68 ± 0.13	1.52 ± 0.06
Digested, g	1.44 ± 0.30	1.49 ± 0.13	1.52 ± 0.06
Balance, (+, -)	+1.44 ± 0.30	+1.49 ± 0.13	+1.52 ± 0.06
Used from accepted,%	45.26 ± 9.47	47.12 ± 4.01	47.85 ± 2.00

The digestibility and nutritional balance of the diet in experimental geese was carried out in the middle of a scientific and economic experiment by putting 3 heads from each study group according to the generally accepted zootechnical method. The digestibility ratios of nutrients of birds are presented in table 5.

In the course of studies it was found that honguruu influenced the digestibility of nutrients, so the control group of geese lost to the experimental groups I and II of the birds in terms of indicators: dry matter by 0.9 % and 1.58 %, organic matter by 0.83 % and 1.38 %, protein 0.64 % and 0.92 %, fat 0.84 % and 1.58 %, fiber 0.33 % and 2.21 % and nitrogen-free extractive substances 0.96 % and 1.42 %, respectively.

An increase in the digestibility of nutrients in diet components in experimental groups of young geese is explained by the action of honguruu on the rate of digestion of feed.

The data of the balance sheet data are presented in table 6.

Studies have shown that the nitrogen balance in all groups of experimental geese was positive but had differences in the degree of deposition in the body. So geese of I and II of the experimental groups exceeded their counterparts from the control group in terms of nitrogen digestibility by 3.47 % and 5.56 %, respectively.

Discussion and Conclusion

Thus, the experimental data showed that the inclusion of honguruu in the diet of experimental geese contributed to a better assimilation of nitrogen by the body. At the same time, the best dose that showed the highest result was honurin at a dose of 5 % of the dry matter of the diet.

References

1. Alekseev V. A., Nemtseva E. Yu., Evdokimov N. V., Lavrentiev A. Y., Sherne V. S., Petrov N. S., Danilova N. V. The effect of the mineral supplement “Permait” and vitamin B13 on the productivity of broiler chickens // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 433. No. 1. P. 012020.

2. Arroyo J., Fortun-Lamothe L., Lavigne F. Influence of choice feeding and cereal types (maize or triticale), during the growing-finishing period on performance of geese used for foie gras production [Conference poster] // 12e Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. 2017. 5 & 6 Avril. Tours, France. Pp. 526–530.

3. Arroyo J., Lavigne F., Bannelier C., Fortun-Lamothe L. Influence of the incorporation of the sugar beet pulp in the diet in farm geese for the foie gras production [Conference poster] // 12e Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras. 2017. 5 & 6 Avril. Tours, France. Pp. 536–540.

4. Basha H. A., Goma A.A., Taha A. E., Abou Elkhair R. Effect of different forms of natural zeolite (clinoptilolite) on productive performance and behavioral patterns of broiler chickens. International Journal of Agriculture Science and Veterinary Medicine. 2016. No. 4(4). Pp. 1–11.
5. Belkin B. L., Kubasov V. A. Ispol'zovaniye Khotynetskikh prirodnykh tseolitov v veterinarii i ptitsevodstve [The use of Khotynetsk natural zeolites in veterinary medicine and poultry farming] // Vestnik OrelGAU. 2011. No. 6 (33). Pp. 35–38. (In Russian.)
6. Bİntaş E., Özdoğan M. Effects of feeds containing boron and zeolite on aged laying hens // Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 2017. No. 14 (2). Pp. 101–109.
7. Dragotoiu D., Marin M., Pogurschi E., Dragotoiu T. The efficiency of using zeolites in dairy farms // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management. 2017. No. 17. Pp. 1129–1136.
8. Eroglu N., Emekci M., Athanassiou C. G. Applications of natural zeolites on agriculture and food production // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2017. No. 97 (11). Pp. 3487–3499.
9. Egorova A., Zhirkova L., Emelianova Z. Honguruu as hydraulic additive to magnesian-binding substance // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 365. No. 3. P. 032065.
10. Innokentieva L. S., Egorova A. D., Emelianova Z. V. Peculiarities of the processes of hydration of binding substances in the arbolite mixture // AIP Conference Proceedings. 2017. Vol. 1886. No. 01. P. 020010.
11. Jarosz Ł., Stępień-Pyśniak D., Grądzki Z., Kapica M., Gacek A. The effect of feed supplementation with Zakarpacki zeolite (clinoptilolite) on percentages of T and B lymphocytes and cytokine concentrations in poultry // Poultry science. 2017. No. 96 (7). Pp. 2091–2097.
12. Kalashnikov A. P. Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Norms and diet for feeding of agricultural animals]. Moscow, 2003. 450 p. (In Russian.)
13. Karwowska M., Grabowicz M., Stadnik J., Szterk P., Bernacki Z., Dolatowski Z. J. The effect of corn or beet pulp silage supplemented diet on production parameters, oxidative stability of muscles and fatty acid composition of abdominal fat in geese // Annals of Animal Science. 2017. No. 17 (3). Pp. 887–902.
14. Makarenko L. Yu. Effektivnost' ispol'zovaniya tseolita pegasskogo mestorozhdeniya v kormlenii krupnogo rogatogo skota: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni doktora sel'skokhozyaistvennykh nauk [Efficiency of using the zeolite of the Pegasus field in cattle feeding: dissertation for the degree of doctor of agricultural sciences]. Kemerovo, 2003. 289 p. (In Russian.)
15. Nikolaeva N. A., Pankratov V. V., Chernogradskaya N. M.б Grigoriev M. F. The use of feed additives in the diet of cows and young cattle in Yakutia // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. No. 12 (2). Pp. 1651–1657. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1827.
16. Pavlenko Yu. V. Agropromyshlennaya geologiya: shivyrtuin [Agro-industrial geology shivyrtuin] // Transbaikal State University Journal. 2018. No. 24 (4). Pp. 33–42. (In Russian.)
17. Prasai T. P., Walsh K. B., Bhattarai S. P., Midmore D. J., Van T. T., Moore R. J., Stanley D. Biochar, bentonite and zeolite supplemented feeding of layer chickens alters intestinal microbiota and reduces campylobacter load // PLoS One. 2016. No. 11 (4). Pp. 1-6.
18. Prasai T. P., Walsh K. B., Midmore D. J., Bhattarai S. P. Effect of biochar, zeolite and bentonite feed supplements on egg yield and excreta attributes // Animal Production Science. 2018. No. 58 (9). Pp. 1632–1641.
19. Rajendran R. M., Umesh B., Chirakkal H. Assessment of H-β zeolite as an ochratoxin binder for poultry // Poultry science. 2020. No. 99 (1). Pp. 76–88.
20. Valpotić H., Gračner D., Turk R., Đuričić D., Vince S., Folnožić I., Getz I. Zeolite clinoptilolite nanoporous feed additive for animals of veterinary importance: potentials and limitations // Periodicum biologorum. 2017. No. 119 (3). Pp. 159–172.
21. Wang W., Cao J., Yang F., Wang X., Zheng S., Sharshov K., Li L. High-throughput sequencing reveals the core gut microbiome of Bar-headed goose (Anser indicus) in different wintering areas in Tibet // Microbiology Open. 2016. No. 5 (2). Pp. 287–295.
22. Wawrzyniak A., Kapica M., Stępień-Pyśniak D., Łuszczewska-Sierakowska I., Szewerniak R., Jarosz Ł. The effect of dietary supplementation of transcarpathian zeolite on intestinal morphology in female broiler chickens // Journal of Applied Poultry Research. 2017. No. 26 (3). Pp. 421–430.
23. Xu Q., Yuan X., Gu T., Li Yu., Dai W., Shen X. Chen G. Comparative characterization of bacterial communities in geese fed all-grass or high-grain diets // PloS one. 2017. No. 12 (10). Pp. 1–7.

Authors' information:

Nataliya M. Chernogradskaya[1], candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of general zootechnics, ORCID 0000-0002-7293-8474, AuthorID 509043
Roini L. Sharvadze[2], doctor of agricultural sciences, professor of the department of feeding, breeding, pet hygiene and production of livestock products, ORCID 0000-0003-4624-5620, AuthorID 478002; *fvmz@dalgau.ru*
Mikhail F. Grigoriev[1], candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of general zootechnics, ORCID 0000-0002-5910-9268, AuthorID 706188; *grig_mf@mail.ru*
Aleksandra I. Grigorieva[3], senior lecturer of the department of higher mathematics, ORCID 0000-0002-5968-2400, AuthorID 574179
[1] Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia
[2] Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia
[3] North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk, Russia

УДК 631.17:636 (470.55)
Код ВАК 08.00.05
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-86-92

Социальные, экономические и экологические подходы к оценке технологии животноводства

Е. А. Красноперова[1]✉
[1] **Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия**
✉*E-mail: EA.G@mail.ru*

Аннотация. В настоящее время перед АПК и сельским хозяйством поставлены новые задачи. Достижение средней продолжительности жизни 75-80 лет требует повышенного внимания к улучшению их качества. Во многих публикациях утверждается, что в этом превалирующее значение занимает качество продуктов питания, на которые по разным данным приходится от 35 до 50 % потенциала долголетия населения. **Цель данного исследования –** дать основную оценку существующим технологиям производства животноводческой продукции и перспективам их развития. Объектом исследования являются организационно-экономические процессы, характеризующие эколого-экономические и социальные оценки технологии животноводства. **Методы исследований.** В ходе исследований применялись методы сравнительного анализа и экспертной оценки. В качестве экспертов выступали специалисты сельскохозяйственных предприятий, торговые работники и покупатели. Метод комплексного анализа был использован при оценке существующих технологий производства. В статье предлагается оценка существующих технологий животноводства с экономической, экологической и социальной позицией. Каждой из анализируемых технологий присущи достоинства и недостатки. На современном этапе все они имеют возможности для дальнейшего развития. С ростом доходов населения ожидается повышение спроса на качественные продукты. В системе задач по увеличению продолжительности жизни населения до 75–80 лет обосновывается необходимость ведения государственной стандартизации на основные продукты питания и комбикорма. Производство продуктов питания безопасных с экологической точки зрения и биологически полноценных надо рассматривать как одно их кардинальных направлений развития АПК и сельского хозяйства.
Ключевые слова: экология, экономика, оценка технологий, перспективы их развития, продукты питания, животноводство, качество продуктов питания, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство.

Для цитирования: Красноперова Е. А. Социальные, экономические и экологические подходы к оценке технологии животноводства // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 86–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-86-92.

Дата поступления статьи: 18.12.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время перед АПК и сельским хозяйством поставлены новые задачи. Достижение средней продолжительности жизни 75–80 лет требует повышенного внимания к улучшению ее качества. Во многих публикациях утверждается, что в этом превалирующее значение имеет качество продуктов питания, на которые, по разным данным, приходится от 35 до 50 % потенциала долголетия населения.

В связи с этим мы попытаемся дать оценку существующим технологиям производства животноводческой продукции и перспективам их развития. В эколого-экономической и социальной оценке продуктов питания ведущая роль принадлежит АПК и сельскому хозяйству. В этом заключаются принципиальные отличия экологизации АПК от других отраслей промышленности и транспорта. Современные технологии аграрного производства нередко оказывают отрицательное воздействие на природные объекты. В этом плане экологизация сельского хозяйства и АПК мало отличается от экологизации других отраслей.

Принципиальные и все возрастающее значение приобретает потребление экологически безопасных продуктов питания. Большинство людей питается трижды в день. Продукты различаются по цене, вкусам и привычкам человека в зависимости от региона проживания, доходов семей и других факторов. Однако все они должны быть экологически безопасными при длительном употреблении [3, с. 128–130], [8, с. 164–169], [14, с. 4–6].

С социальной точки зрения целесообразно оценивать уровень занятости населения, безопасность условий труда при использовании разных технологий, широкий ассортимент продуктов питания, ценовую доступность, доходы домашних хозяйств, воздействие объекта в целом на прилегающие территории, распространение профессиональных заболеваний [1, с. 12], [4, с. 29–35], [15, с. 52–63]. Даже высокая цена продукта не всегда гарантирует его безопасность. Безопасными должны быть и самые доступные продукты питания, такие как хлеб, овощи, фрукты, ягоды, крупы и макаронные изделия [11, с. 3289–3300], [12, с. 384–389], [13, с. 298–308], [16, с. 562–590]. Исходя из представленных соображений, мы предлагаем следующую систему оценок производства сырья и продуктов питания. Цель данного исследования – дать основную оценку существующим технологиям производства жи-

© Е. А. Красноперова, 2020

вотноводческой продукции и перспективам их развития. В соответствии с обозначенной целью были поставлены следующие задачи:

1. Изучить и проанализировать положительные и отрицательные явления существующих технологий животноводства Челябинской области.
2. Определить рыночную нишу для малых предприятий и лично подсобных хозяйств.
3. Обосновать перспективы развития агрокомплексов малых предприятий и лично подсобных хозяйств.

Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследования являются организационно-экономические процессы, характеризующие эколого-экономические и социальные оценки технологии животноводства. В ходе исследований применялись методы сравнительного анализа и экспертной оценки. В качестве экспертов выступали специалисты сельскохозяйственных предприятий, торговые работники и покупатели. Метод комплексного анализа был использован при оценке существующих технологий производства. Экспертной метод нашел применение при основании перспектив развития различных форм хозяйствования на земле, опросный метод – при оценке качества продовольственных товаров.

Результаты (Results)

Мы предлагаем проводить оценку существующих технологий производства животноводческой продукции в такой последовательности.

Нам представляется целесообразным оценивать технологии производства животноводческих продуктов с разных позиций: экономической, экологической, социальной и иных [2, с. 12–17], [6, с. 67–71], [10, с. 12–17]. С экономической точки зрения интерес представляют такие показатели, как производительность труда, рыночная востребованность продукта и его цена, капиталоемкость отрасли и срок окупаемости инвестиции, прибыльность и другие [5, с. 5–15], [14, с. 4–6], [17, с. 313–335]. С экологической точки зрения важно учитывать полноценность и безопасность продуктов питания, воздействие технологий на окружающую среду и ветеринарную безопасность. Мы предлагаем оценивать существующие технологии по такой схеме.

Земля → технология → сырьевой продукт → хранение и переработка → оптовая и розничная торговля → личные потребления.

Земля рассматривается не просто как объект производства: учитываются природно-географическая зона, почвенное плодородие, солнечная радиация, количество осадков и равномерность их выпадения в течение года, количество безморозных дней и количество дней с суточной температурой выше +10 °С. Именно и земля, и сопутствующие ей факторы формируют неповторимые качества отдельных продуктов. Например, крымские вина, вологодское масло, тамбовский окорок, курганские гуси известны далеко за пределами их регионов, попытки перенести их производство в другие зоны не увенчались успехом. В технологии производства учитывается совокупность современных машин и оборудования, их использование в течение года, профессиональная грамотность работников и управленческого персонала, сюда же относится использование минеральных удобрений и кормовых добавок, средств защиты растений и животных от вредителей. Ярким примером могут служить «ножки Буша», которые перенасыщены стимуляторами роста птицы.

Качество сырья формируется под воздействием природно-географических и экологических условий, квалификации кадров и их отношением к труду и экономическим интересам получения высококачественного сырья. Челябинская птицефабрика «прославилась» не качеством яйца, а загрязнением окружающей среды (земля, воздух, вода) отходами производства, в первую очередь пометом, который надлежащим образом не утилизируется, не обеззараживается, в результате чего жители окружающих поселков вынуждены искать защиты для себя и детей в судах.

Особенностью пищевых продуктов является то, что от момента получения сырья до его переработки должны соблюдаться оптимальные сроки. Например, в скотоводстве время от момента получения молока до его переработки не должно превышать 24–36 часов. Современные технологии позволяют удлинить срок хранения питьевого молока до полугода посредством ультрапастеризации. При этом забывается или умышленно замалчивается, что при такой обработке молока разрушаются витамины.

Транспортировка молока от места получения до переработки не должна быть более 36 часов, так как молоко – специфический продукт, не терпящий длительного перемешивания, такое молоко не может быть использовано для изготовления сыров. Оптовики нередко приобретают сырье, прошедшее длительное хранение, в частности импортируются туши и полутуши говядины и свинины, которые хранились 5–7 и более лет. Естественно, что такое сырье для мясоперерабатывающих предприятий и конечного потребителя является менее ценным, так как в течение хранения происходило обеззараживание сырья, другие технологические перемены, в результате терялись первоначальный вкус, аромат, запах мяса и его привлекательность для покупателя. Оптовики же имеют дело с крупными однородными партиями товара, и они никогда не допустят попадания на их прилавки полноценного сырья от фермерских и лично-подсобных хозяйств. В этом случае они потеряют массового потребителя, который будет ждать поступления полноценной продукции. К тому же малые предприятия не в состоянии обеспечить объем и ритмичность поставок, они организационно и финансово не в состоянии соответствующим образом готовить однородные партии товара.

Целью всякой коммерческой деятельности являются сбыт товара и получение конечной прибыли, отечественный покупатель, к сожалению, мало влияет на формирование торговой политики. Например, в странах Западной Европы говядина и свинина, прошедшие длительное хранение в стратегических запасах, не пользуются спросом у потребителей. На рынках этих стран присутствует свежее мясо, а доходы домашних хозяйств позволяют им приобретать полноценные продукты питания. Именно поэтому ключевой задачей АПК и сельского хозяйства является формирование собственной сырьевой базы и обеспечение населения полноценными продуктами.

© E. A. Krasnoperova, 2020

Представленная схема оценки технологии и качества получаемой продукции весьма условна. Например, иногда граждане с низкими доходами предпочитают приобрести качественные продукты по высокой цене.

При оценке покупательского спроса мы исходили из взаимосвязи доходности домашних хозяйств со спросом на ту или иную продукцию. В частности, люди с высокими доходами чаще приобретают продукцию высокого качества и дорогую. Соответственно, лица с низкими доходами – менее качественную и дешевую продукцию. Лица со средними доходами занимают промежуточную позицию.

Иногда наблюдается и обратная тенденция, но в целом ситуация может оцениваться по предлагаемой схеме. Это не означает, что спрос на продукцию крупных животноводческих комплексов и птицефабрик будет заметно снижаться. Но этот спрос будет меняться в направлении изготовления продовольственных товаров, прошедших более глубокую переработку, изготовления полуфабрикатов и товаров, готовых непосредственно к употреблению. Впредь следует очень осторожно подходить к строительству громадных комплексов и птицефабрик. Государству целесообразно оказывать большее содействие в производстве животноводческих продуктов средним и малым хозяйствам. Это позволит повысить качество продуктов питания, усилить конкуренцию на рынке, повысить занятость сельского населения и др.

В настоящее время крупные агрохолдинги контролируют рыночную ситуацию, не допуская в торговые сети продукцию средних и малых хозяйств. По сути, они являются монополистами на продовольственном рынке, и ситуация должна постепенно выправляться за счет увеличения объема производства в средних и малых хозяйств.

В создании конкурентной среды на рынке продовольствия администрации областей и районов надо оказывать содействие в создании собственной товаропроводящей сети. В каждом сельском районе должен быть построен фирменный магазин, торгующий продовольственными товарами, изготовленными в данном районе и соседних. В таких городах, как Златоуст, Миасс, следует иметь не один, а несколько магазинов, торгующих свежими сельскохозяйственными продуктами. В крупных промышлен-

Таблица 1

Система современной оценки технологий производства продукции животноводства, произведенных при разных технологиях

Показатели	Фермерские (ФПХ) и личные подсобные хозяйства (ЛПХ)	Рядовые хозяйства	Комплексы и птицефабрики
Экономическая группа			
1. Производительность труда	Низкая и выше среднего	Средняя	Очень высокая
2. Затраты кормов на единицу продукции	Низкая	Нормативные и средние	Очень низкие
3. Энергозатратность	Низкая	Средняя	Высокая
4. Капиталоемкость	Низкая	Средняя	Очень высокая
5. Себестоимость продукции	Высокая	Средняя	Низкая
6. Срок окупаемости	4–5 лет	8–10 лет	5–8 лет
7. Прибыль на единицу товарной продукции	Средняя и низкая	Средняя	Очень высокая
Экологическая группа			
1. Полноценность сырья и продуктов питания	Высокая	Средняя и высокая	Средняя и низкая
2. Концентрация производства	Низкая	Средняя	Очень высокая
3. Ущерб от стихийных бедствий, заболеваний (ветеринарные риски)	Низкий	Средний	Очень высокий
4. Воздействие на природные объекты (почва, вода, воздух)	Малое	Среднее	Очень высокое
5. Качество продукции	Очень высокая	Высокая	Средняя и невысокая
Социальная группа			
1. Особенности групп по доходам домашних хозяйств	Очень высокие	Средние и высокие доходы домашних хозяйств	С низкими доходами
2. Безопасность условий труда 2.1. Для работающих граждан	Благоприятная	Средняя	Неблагоприятная
2.2. Для окружающих территорий	Опасности нет	Опасности нет	Опасности нет
2.3. Доступность продуктов питания	Средняя и высокая доходность домашних хозяйств	Средняя и высокая доходность	Низкая и средняя доходность домашних хозяйств
3. Качество продукции по оценкам покупателей	Выше среднего	Среднее	Удовлетворительные

Table 1

System of modern assessment of technologies of production of livestock products produced with different technologies

Indicators	*Farm (FPH) and personal subsidiary farms (LPH)*	*Ordinary farms*	*Complexes and poultry farms*
Economic group			
1. Labour productivity	*Low and above average*	*Average*	*Very high*
2. Feed costs per unit of production	*Low*	*Standard and average*	*Very low*
3. Energy consumption	*Low*	*Average*	*High*
4. Capital intensity	*Low*	*Average*	*Very high*
5. Production cost	*High*	*Average*	*Low*
6. Payback	*4–5 years*	*8–10 years*	*5–8 years*
7. Profit per unit of product	*Medium and low*	*Average*	*Very high*
Environmental group			
1. Fullness of raw materials and food products	*High*	*Medium and high*	*Medium and low*
2. Concentration of production	*Low*	*Average*	*Very high*
3. Damage from natural disasters, diseases (veterinary risks)	*Low*	*Average*	*Very high*
4. Impact on natural objects (soil, water, air)	*Small*	*Average*	*Very high*
5. Product quality	*Very high*	*High*	*Medium and not high*
Social group			
1. Features of groups by household income	*Very high*	*Average and high household incomes*	*With low incomes*
2. Safety of working conditions *2.1. For working citizens*	*Product quality according to customer estimates*	*There is no danger*	*Not favorable*
2.2. For the surrounding areas	*There is no danger*	*There is no danger*	*There is no danger*
2.3. The availability of food	*Average and high household income*	*Medium and high returns*	*Low and average household income*
3. Product quality according to customer estimates	*Above average*	*Medium*	*Satisfactory*

ных центрах надо иметь подобные магазины в каждом административном районе, а также в центре города. Необходимо более регулярно (осенью в каждом районе в выходные дни) проводить специализированные ярмарки по торговле овощами, фруктами, продуктами пчеловодства и животноводства. Они показывают высокую заинтересованность продавцов и покупателей в такой форме торговли, когда взимается плата за торговые места, а покупатель может осмотреть представленную продукцию. Мы рекомендуем устраивать такие ярмарки перед новогодними праздниками, проводами зимы, майскими праздниками, ко дню города и т. д. Уверены, что подобная практика окажет самое непосредственное влияние на конкурентоспособность и ценообразование даже на крупных игроков рынка, торговые сети и фирменные магазины.

На основании анализа представленных в таблице материалов можно сделать следующие выводы.

Каждая из анализируемых технологий имеет свои преимущества и недостатки. Достоинствами промышленной технологии являются высокая производительность труда, низкие затраты корма на единицу продукции, массовость и стандартизация выпускаемой продукции, ритмичность производства, низкая себестоимость и высокая рентабельность производства, относительно быстрая окупаемость инвестиций.

Однако ей присущи и недостатки такого рода, как опасность быстрого распространения инфекционных заболеваний вследствие большого сосредоточения поголовья на ограниченной территории, что косвенно способствует росту безработицы сельского населения. В промышленных технологиях применяется большое количество дезосредств и ветеринарных препаратов, в составе которых имеются стимуляторы роста. С социальной точки зрения технология далеко не безопасна для окружающей среды и проживающего вблизи комплексов населения.

Воздействие на окружающую среду крупных животноводческих предприятий имеет нередко негативный характер. Например, удаление навоза осуществляется гидросмывом, в среднем потребляется 4 л воды в сутки на 1 голову. При содержании сотен тысяч животных и птицы и многолетняя эксплуатация комплексов и птицефабрик оказывает отрицательное воздействие на воду, почву и воздушные массы. Не секрет, что на расстоянии 3–5 км от комплексов население страдает от ОРЗ и аллергических заболеваний. В воздух попадает большое количество пыли от животных, остатки разлагающихся ветеринарных препаратов и дезосредств, сероводород и другие газы. Водоемы, находящиеся вблизи животноводческих объектов, становятся зловонными и на многие десятилетия выпада-

ют из хозяйственного оборота. Почвы же перенасыщены азотом и нуждаются в рекультивации.

Рядовые технологии позволяют повышать занятость сельского населения, производить продукцию хорошего качества, они менее опасны для окружающей среды. Все это позволяет выращивать корма и получать дешевую продукцию [7, с. 2–5], [9, с. 104–109].

Другим достоинством рядовой технологии является то, что они базируются на собственной кормовой базе, однако в районах рискованного земледелия, к которым относится и Челябинская область, где 2–3 года из 5 являются малоурожайными. Это требует создания дополнительных запасов кормов и емкости для их хранения.

Достоинствами производства мяса в фермерских и личных подсобных хозяйствах являются очень высокое качество продукции и устойчивый спрос на нее, повышение занятости сельского населения и рост их доходов, безопасность технологии, щадящее воздействие на природные объекты.

Высокое качество продукции в фермерских и подсобных хозяйствах обусловлено тем, что технология близка к природной. В кормлении используются не только комбикорма и фуражное зерно, но и другие виды кормов, пищевые отходы, сочные корма, свекла, морковь, початки кукурузы. Обмен веществ у этих животных совершенно иной, так как они много двигаются, пользуются прогулками на свежем воздухе, поедают различные виды трав, поэтому мясо таких животных и птицы пользуются повышенным спросом у населения, хотя его цена на рынке в 1,5 и более раз выше продукции комплексов и птицефабрик.

Из этого сырья вырабатываются наиболее качественные продукты питания: окорок, сырокопченые колбасы и т. д. Недостатки этих технологий общеизвестны: это высокая трудозатратность и кормозатратность. Проведенная нами оценка технологий не дает оснований делать вывод о том, что о каких-то из них надо забыть как об отживших свое и отдать предпочтение более перспективным.

Мы полагаем, что все они имеют право на дальнейшее развитие. Вряд ли целесообразно строить новые комплексы, так как в настоящее время торговые сети обеспечены данной продукцией. Например, продукция ОАО «Ариант» (свинина) и ОАО «Равис» (мясо птицы) постоянно имеется в фирменных магазинах этих предприятий. С ростом доходов населения спрос на их продукцию расти не будет. Данная продукция востребована домашними хозяйствами и гражданами с низкими и средними душевыми доходами (пенсионеры, студенты и др.).

Продукция рядовых предприятий пользуется более высоким спросом населения, чем продукция комплексов и птицефабрик. Однако в торговые сети она изначально попасть не может, так как трудно обеспечить ритмичность поставок. Ведь торговые сети ориентированы именно на продажу больших и стандартизированных партий продукции, заранее подготовленных к реализации.

Это означает, что региональные и местные власти должны помогать фермерским и подсобным хозяйствам в осуществлении кооперативных связей как по производству и переработке продукции, так и по ее реализации. Например, домашнее хозяйство Нижнесанарского поселения создало кооператив, который осуществляет сбор молока с личных подворий, его переработку и организуют фирменную торговлю на рынках г. Троицка и рынках других городов. Подобное кооперативное производство можно рекомендовать и для производителей мяса, создав собственную перерабатывающую базу, небольшой мясокомбинат или цех в каждом районе. На начальных этапах в качестве мест реализации можно рекомендовать аренду помещений, по мере развития кооперации создавать собственные торговые точки и магазины.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, производство продуктов питания безопасных с экологической точки зрения и биологически полноценных надо рассматривать как одно их кардинальных направлений развития АПК и сельского хозяйства. Ученые небезосновательно полагают, что долголетие и работоспособность граждан зависят не столько от количества потребляемых продуктов, сколько от их качества. Такие рядовые продукты, как хлеб, крупы, овощи, фрукты, должны быть безопасны, свободны от пестицидов и ядохимикатов.

Между тем качество хлебобулочных изделий, овощей и картофеля за последние 2–3 десятилетия ухудшилось и получает нарекание покупателей, на что обращено внимание во многих публикациях, в том числе и наших. Государственный контроль над этим важным направлением формализован и ослаблен. Мясные и молочные продукты по своему использованию являются наиболее полноценными. Однако именно здесь наблюдается отход от ранее существовавших позиций. Мы имеем в виду отмену государственных стандартов и допуск к реализации продовольственных товаров по техническим условиям. Производитель продуктов питания по своему усмотрению использует различные виды сырья и их сочетания.

Такой подход не является правильным. Пищевая промышленность – сложнейший процесс, от которого зависит сама жизнь населения. Общественность имеет право знать, что входит в состав комбикормов и как это может отразиться на здоровье и трудоспособности граждан. Поэтому мы считаем, что не может быть секретного состава комбикормов и продукция должна соответствовать высоким стандартам и быть безопасной.

Это означает, что пищевая продукция должна соответствовать жестким требованиям и необходимо вернуться к государственной стандартизации всех продуктов питания. Очевидно, это встретит недопонимание и отпор со стороны производителей, которые привыкли к тому, что их продукция контролируется один раз в 5 лет, если не поступает нареканий на ее качество. Еще раз напомним, что достижение средней продолжительности жизни 75–80 лет невозможно обеспечить без потребления экологически безопасных продуктов питания. Такова наша принципиальная позиция в перспективах развития животноводства и птицеводства.

Библиографический список

1. Абакумов И. Агрохолдинги могут оставить страну без сельского населения [Электронный ресурс] // Огонек. 2016. № 43. С. 12. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3112925 (дата обращения: 25.09.2019).

2. Баутин В. М. Вызовы модернизации аграрного образования и проблемы подготовки кадров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 5. С. 12–17.
3. 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. G. Ivanov. Vienna, 2017. 130 p.
4. Галатов А. Н., Литовченко В. Г., Красноперова Е. А., Иванов В. А., Глянькова Л. М., Лунина М. Ю. Обеспечению продовольственной безопасности – комплексной подход // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 4. С. 29–35.
5. Ермоленко А. А. Субъектная целостность российской экономики: взгляд через призму теории интегрированных субъектов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия Экономика. 2018. Т. 20. № 2. С. 5–15. DOI: 10.15688/ jvolsu 3.2018.2.1.
6. Красноперова Е. А. Основные проблемы экологизации АПК // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2016. №4 (228). С. 67-71.
7. Красноперова Е. А., Юлдашбаев Ю. А. Методологические аспекты экологизации аграрного производства // Аграрная наука. 2016. № 3. С. 2–5.
8. Красноперова Е. А. Экология и социальная ответственность бизнеса в сфере АПК // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (44). С. 164–169.
9. Красноперова Е. А., Юлдашбаев Ю. А. Эколого-экономическая и иные оценки технологий АПК // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 64. С. 104–109.
10. Кононова С. А., Федулова Е. А. Алгоритм применения системы сбалансированных показателей для оценки результативности деятельности сельскохозяйственной организации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 1. С. 12–17.
11. Куренкова В. П. Контроль качества товаров в системе государственного регулирования торговой деятельности // Российское предпринимательство. 2018. Т. 19. № 11. С. 3289–3300.
12. Латышева Л. А., Гурнович Т. Г. Оптимизация системы управления финансовыми рисками в структурах аграрного предпринимательства: территориально-зональный подход // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-3 (53). С. 384–389.
13. Полбицын С. Н. Сельские предпринимательские экосистемы России [Электронный ресурс] // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 1. С. 298–308. DOI: 10.17059/2019-1-23. URL: http://www.uiec.ru/content/zhu3iPolbitsin.pdf (дата обращения: 25.10.2019).
14. Суровцев В. Н., Никулина Ю. Н. Среднесрочные перспективы развития производства и переработки молока [Электронный ресурс] // Dairy News: новости молочного рынка каждый день. URL: https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase_id=5911691 (дата обращения: 15.10.2019).
15. Шепелева Е. А. Модель развития К(Ф)Х на сельских территориях СЗФО РФ [Электронный ресурс] // Экономика нового мира. 2017. № 4. С. 52–63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/17739760 (дата обращения: 25.10.2019).
16. Leroux C., Tisseyre B. How to measure and report within –field variability: a review of commons indicators and their sensitivity // Precision Agriculture. 2019. Vol. 20. No. 3. Pp. 562–590. DOI: 10.1007/s11119-018-9598-x.
17. Finger R., Swinton S. M., Benni N. E., Walter A. Precision farming at the nexus of agricultural production and the environment // Annual Review of Resource Economics. 2019. Vol. 11. No. 1. Pp. 313–335. DOI: 10.1146/annurev-resource-100518-093929.

Об авторах:
Елена Александровна Красноперова[1], кандидат биологических наук, доцент, ORCID 0000-0002-9336-0026, AuthorID 547232; *+7 982 312-68-58, EA.G@mail.ru*
[1] Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия

Social, economic and environmental approaches to assessment of livestock technologies

E. A. Krasnoperova[1]✉
[1] South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia
✉*E-mail: EA.G@mail.ru*

Abstract. Currently, the agro-industrial complex and agriculture face new challenges. Achieving an average life expectancy of 75–80 years requires increased attention to improving their quality. In many publications, it is claimed that the quality of food is of primary importance, which according to various data account for 35 to 50 % of the population's longevity potential. **The purpose** of this study is to provide a basic assessment of existing technologies for the production of livestock products and the prospects for their development. The object of research is organizational and economic processes that characterize the ecological, economic and social assessment of livestock technology. **Research methods**. In the course of research, methods of comparative analysis and expert evaluation of other methods were used. The experts were specialists from agricultural enterprises, trade workers and buyers. The method of complex analysis was used to evaluate existing production technologies. The article proposes an assessment of existing livestock technologies from economic, ecological and social points of view. Each

of the analyzed technologies has its own advantages and disadvantages. At the present stage all of them have opportunities for further development. With the growth of population income, an increase in demand for high quality products is expected. In the system of tasks to increase life expectancy of the population up to 75–80 years it is justified by the need for basic food products and fodder. The production of food products that are safe from an environmental point of view and biologically complete, should be considered as one of the cardinal directions of the development of the agro-industrial complex and agriculture.
Keywords: ecology, economy, an assessment of technologies, perspectives of their development, food supply, nimal husbandry, food quality, agro-industrial complex, agriculture.

For citation: Krasnoperova E. A. Sotsial'nye, ekonomicheskie i ekologicheskie podkhody k otsenke tekhnologii zhivotnovodstva [Social, economic and environmental approaches to assessment of livestock technologies] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 86–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-86-92. (In Russian.)

Paper submitted: 18.12.2019.

References

1. Abakumov I. Agrokholdingi mogut ostavit' stranu bez sel'skogo naseleniya [Agricultural holdings may leave the country without a rural population] [e-resource] // Ogonek. 2016. No. 43. P. 12. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3112925 (appeal date: 25.09.2019). (In Russian.)
2. Bautin V. M. Vyzovy modernizatsii agrarnogo obrazovaniya i problemy podgotovki kadrov [Challenges of modernization of agricultural education and training problems] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2016. No. 5. Pp. 12–17. (In Russian.)
3. 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. G. Ivanov. Vienna, 2017. 130 p.
4. Galatov A. N., Litovchenko V. G., Krasnoperova E. A., Ivanov V. A., Glyan'kova L. M., Lunina M. Yu. Obespecheniyu prodovol'stvennoy bezopasnosti – kompleksnoy podkhod [Food Security – An Integrated Approach] // Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. 2015. No. 4. Pp. 29-35. (In Russian.)
5. Ermolenko A. A. Sub"ektnaya tselostnost' rossiyskoy ekonomiki: vzglyad cherez prizmu teorii integrirovannykh sub"ektov [The subjective integrity of the Russian economy: a view through the prism of the theory of integrated entities] // Journal of Volgograd State University. Economics. 2018. T. 20. No. 2. Pp. 5–15. DOI: http: // doi.org / 10.15688/ jvolsu 3.2018.2.1. (In Russian.)
6. Krasnoperova E. A. Osnovnye problemy ekologizatsii APK [The main problems of greening of AIC] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im N. E. Baumana . 2016. No. 4 (228). Pp. 67–71. (In Russian.)
7. Krasnoperova E. A., Yuldashbaev Yu. A. Metodologicheskie aspekty ekologizatsii agrarnogo proizvodstva [Methodological aspects of agricultural production greening] // Agrarian science. 2016. No. 3. Pp. 2–5.
8. Krasnoperova E. A. Ekologiya i sotsial'naya otvetstvennost' biznesa v sfere APK [Ecology and social responsibility of business in AIC] // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2017. No. 3 (44). Pp. 164–169. (In Russian.)
9. Krasnoperova E. A., Yuldashbaev Yu. A. Ekologo-ekonomicheskaya i inye otsenki tekhnologiy APK // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 64. Pp. 104–109. (In Russian.)
10. Kononova S. A., Fedulova E. A. Algoritm primeneniya sistemy sbalansirovannykh pokazateley dlya otsenki rezul'tativnosti deyatel'nosti sel'skokhozyaystvennoy organizatsii [Algorithm for applying a balanced scorecard to evaluate the performance of an agricultural organization] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2018. No. 1. Pp. 12–17. (In Russian.)
11. 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. (In Russian.)
12. Latysheva L. A., Gurnovich T. G. Optimizatsiya sistemy upravleniya finansovymi riskami v strukturakh agrarnogo predprinimatel'stva: territorial'no-zonal'nyy podkhod [Optimization of the financial risk management system in the structures of agricultural entrepreneurship: a territorial-zonal approach] // Journal of Economy and entrepreneurship. 2014. No. 12-3 (53). Pp. 384–389. (In Russian.)
13. Polbitsyn S. Sel'skiye predprinimatel'skiye ekosistemy Rossii [Rural entrepreneurial ecosystems of Russia] [e-resource] // Economy of Region. 2019. Vol. 15. Iss. 1. Pp. 298–308. DOI: 10.17059/2019-1-23. URL: http://www.uiec. ru/content/zhu3i-Polbitsin.pdf (appeal date: 25.10.2019). (In Russian.)
14. Surovtsev V., Nikulina Yu. Srednesrochnyye perspektivy razvitiya proizvodstva i pererabotki moloka [Medium-term prospects of the development of milk production and processing] [e-resource] // Dairy News: novosti molochnogo rynka kazhdyy den'. URL: https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase_id=5911691 (appeal date: 15.10.2019). (In Russian.)
15. Shepeleva E. Model' razvitiya K(F)Kh na sel'skikh territoriyakh SZFO RF [Model of development of peasant (farmer) enterprises in rural areas of North-West Federal District] [e-resource] // Ekonomika novogo mira. 2017. No. 4. Pp. 52–63. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/17739760 (appeal date: 25.10.2019). (In Russian.)
16. Leroux C., Tisseyre B. How to measure and report within –field variability: a review of commons indicators and their sensitivity // Precision Agriculture. 2019. Vol. 20. No. 3. Pp. 562–590. DOI: 10.1007/s11119-018-9598-x.
17. Finger R., Swinton S. M., Benni N. E., Walter A. Precision farming at the nexus of agricultural production and the environment // Annual Review of Resource Economics. 2019. Vol. 11. No. 1. Pp. 313–335. DOI: 10.1146/annurev-resource-100518-093929

Authors' information:
Elena A. Krasnoperova[1], candidate of biological sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-9336-0026, AuthorID 547232; *+7 982 312-68-58, EA.G@mail.ru*
[1] South Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

УДК 631.1:633.521
Код ВАК 08.00.05
DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-93-102

Некоторые экономические аспекты формирования системы машин в льноводстве

А. Р. Кулов[1], И. В. Великанова[2]✉
[1] Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский Научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия
[2] Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия
✉*E-mail: ivvelikanova@mail.ru*

Аннотация. **Цель** – рассмотреть основные экономические факторы, препятствующие внедрению передовых технологий, и обосновать необходимость изменения подходов государства к поддержке инвестиционных процессов для формирования передовых систем машин в льняной отрасли, в том числе на основе автоматизации и цифровизации управления процессом. **Методы**. В работе на основе применения широкого спектра аналитических методов изучения экономических явлений в отрасли льноводства, использования расчётно-конструктивного и абстрактно-логического методов, системного анализа разработаны рекомендации по реализации мер государственной поддержки, ориентированной преимущественно на комплекс системы машин в сельском хозяйстве, независимо от финансово-экономического состояния хозяйствующих субъектов. **Результаты и практическая значимость.** В статье показано, что комплексной механизации льняного производства препятствуют как остающийся недостаточным уровень финансово-экономических возможностей товаропроизводителей, так и несовершенство государственной поддержки. По результатам анализа данных электронной информационно-аналитической системы testfirm.ru выявлено, что лишь 34 % обследованных товаропроизводителей льна в 2018 году были рентабельными, чья выручка превысила 10 млн руб. Выявлено, что ограниченные возможности обновления основных звеньев и элементов системы машин ведут к существенным экономическим потерям при выращивании льна вследствие несоблюдения выполнения технологических операций в оптимальные сроки. **Научная новизна.** В статье приводится идея о необходимости на основе рекомендации Министерства сельского хозяйства РФ и Российского центра сельскохозяйственного консультирования по формированию и использованию специализированных ресурсосберегающих технологий возделывания льна-долгунца на волокно и семена расширить охват мерами государственной поддержки льносеющих хозяйств не только финансово устойчивых предприятий. Обосновывается общая потребность инвестиций для использования передовых систем машин при комбинированной технологии возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца в сумме более 114 млн руб. в расчете на 1000 га посевной площади льна-долгунца.

Ключевые слова: экономические вопросы, система машин, инвестиции, государственная поддержка, сельское хозяйство, льноводство.

Для цитирования: Кулов А. Р., Великанова И. В. Некоторые экономические аспекты формирования системы машин в льноводстве // Аграрный вестник Урала. 2020. № 05 (196). С. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-93-102.

Дата поступления статьи: 11.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время одной из ключевых проблем развития аграрного производства, в том числе в льняной отрасли, является технико-технологическая модернизация на новой инновационной основе с учетом в сферах автоматизации и цифровизации процессов в аграрном секторе экономики. Это требует существенного расширения объемов вложений капитала товаропроизводителями льна, которые вынуждены использовать зачастую физически изношенную и морально устаревшую технику в силу остающегося тяжелым финансово-экономического состояния большинства хозяйствующих субъектов. В статье анализируются основные факторы, препятствующие широкому внедрению передовых систем машин для возделывания льна-долгунца в различных субъектах России.

В процессе исследования мы опирались на методические подходы ведущих ученых, занимающихся изучением и разработкой системы машин и технологий для комплексной механизации растениеводства [1], [2, с. 104], [3, с. 7], [4, с. 8–9], [5, с. 3], а также отечественных и зарубежных деятелей науки, которые занимаются проблемами технико-технологической модернизацией льняного подкомплекса [6, с. 53], [8, с. 62], [9, с. 8], [10, с. 3], [11, с. 167].

Концептуальные направления современной политики государственной поддержки агропромышленного комплекса предусматривают достаточно широкий спектр экономических мер и механизмов, ориентированных на обновление материально-технической базы сельскохозяйственных товаропроизводителей. За период реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной

© A. R. Kulov, I. V. Velikanova, 2020

продукции, сырья и агропродовольствия на 2008–2012 гг. и получившей продолжение на период 2013–2020 гг. меры господдержки включали льготное кредитование; льготное кредитование по сельскохозяйственным потребительским кооперативам; субсидию на возмещение части процентной ставки по инвестиционным кредитам, взятым до 1 января 2017 года; компенсирующая и стимулирующая субсидии; компенсация части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов АПК; субсидии производителям сельскохозяйственной техники; компенсация части затрат на транспортировку продукции АПК наземным, в том числе железнодорожным, транспортом.

Реализация указанных мер позволила стабилизировать уровень технической оснащенности аграрных товаропроизводителей, преломить негативные процессы в финансово-экономическом положений основных категорий товаропроизводителей сельскохозяйственного сырья и агропродовольствия. Так, если в период 2007–2010 гг. наблюдалось снижение уровня обеспечения тракторами на 1000 га пашни с 5,1 ед. до 4,2 ед., то в период 2012–2018 гг. этот показатель устойчив и равен 3 ед. По зерновым комбайнам в расчете на 1000 га площадей зерновых уровень обеспеченности снижался в 2007–2010 гг. с 3,4 ед. до 3 ед., в 2012–2018 гг. остается на неизменном уровне – 2 ед. техники.

За рассматриваемые периоды было достигнуто относительно стабильное положение в финансово-экономическом положений сельскохозяйственных организаций, в том числе за счет выделяемых субсидий из бюджета (таблица 1).

Но вместе с тем необходимо учитывать, что «…в пределах сроков амортизации находится 47 % тракторов и всего 39,8 % зерноуборочных комбайнов. Аналогичное положение с другой сельскохозяйственной техникой. В сложившейся экономической ситуации сельхозтоваропроизводители вынуждены оставлять часть техники, подлежащей списанию, в работе. По данным Росстата России, списано из-за износа всего 6,2 % тракторов (норматив 10–12,5 %), 6,8 % зерноуборочных комбайнов (норматив 10 %), 9,5 % кормоуборочных (норматив 14,3 %), 12,6 % картофелеуборочных (норматив 14,3 %). Обновление парка машин составляет всего 1–4 % в год» [1]. В настоящее время для обеспечения технологической модернизации на инновационной основе с учетом возросших требований к оснащенности для выполнения агротехнологических работ, необходимы меры, которые бы стимулировали внедрение и использование целого комплекса техники – системы машин.

Методология и методы исследования (Methods)

В процессе исследования использовался широкий спектр аналитических методов изучения экономических явлений – монографический, статистический и другие. Особое внимание уделялось сопоставимости показателей для анализа динамики изучаемых процессов. В качестве материалов для проведения данного исследования использовались материалы Федеральной службы государственной статистики, Министерства сельского хозяйства России, Центрального Банка России, Министерства финансов РФ, Департамента экономики межгосударственной комиссии ЕАЭС и другие. Для анализа активно использовались результаты научно-исследовательских работ отраслевых научно-исследовательских организаций в сфере совершенствования технологий выращивания льна-долгунца. Норматив потребности в специализированной технике для производства, уборки и первичной переработки льна-долгунца определяли на основании данных экспериментальных исследований ФГБНУ ВНИИМЛ (г. Тверь), а также опирались на имеющиеся исследования ведущих специалистов ФГБНУ ФНЦ ЛК Р. А. Ростовцева, Е. М. Пучкова, М. М. Ковалева, Б. А. Позднякова [6, 8, 11, 15] и др.

Результаты (Results)

Результаты исследований состоят в теоретическом обосновании необходимости корректировки государственной программы поддержки формирования системы машин при выращивании и уборке льна-долгунца независимо от финансово-экономического состояния аграрных товаропроизводителей. Выявлена общая потребность в инвестиционных ресурсах для комплексной модернизации и обновления материально-технической базы товаропроизводителей, а применительно к современным условиям производства решается впервые.

Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства страны или зоны включает технические средства, которые должны обеспечивать своевременное и бесперебойное выполнение процессов производства продукции во всех хозяйствах стра-

Таблица 1

Уровень рентабельности по всей деятельности сельскохозяйственных организаций России

Год	Включая субсидии, %	Без субсидий, %
2007	16,7	7,9
2008	14,8	2,2
2009	9,4	–3,2
2010	8,3	–5,4
2015	20,3	11,8
2016	16,4	9,3
2017	12,0	5,3
2018	12,5	6,3

Источник: АПК России в 2010 г. и АПК России в 2018 г. Министерство сельского хозяйства России.

Table 1

Profitability level for all activities of agricultural organizations in Russia

Year	*Including subsidies, %*	*Without subsidies, %*
2007	*16.7*	*7.9*
2008	*14.8*	*2.2*
2009	*9.4*	*–3.2*
2010	*8.3*	*–5.4*
2015	*20.3*	*11.8*
2016	*16.4*	*9.3*
2017	*12*	*5.3*
2018	*12.5*	*6.3*

Source: Russian agro-industrial complex in 2010 and Russian agro-industrial complex in 2018 Ministry of Agriculture of Russia.

© А. Р. Кулов, И. В. Великанова, 2020

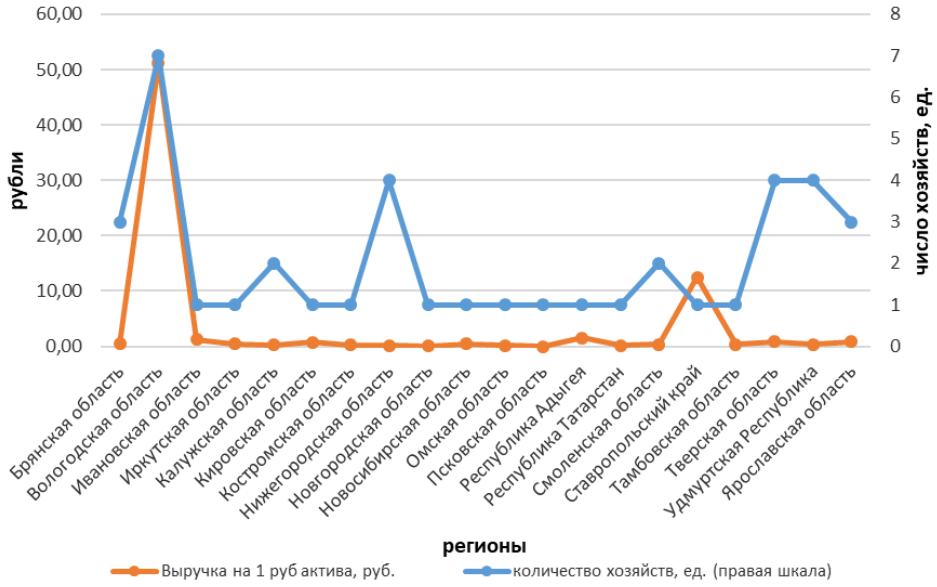


Рис. 1. Распределение регионов по отдаче активов в льноводстве

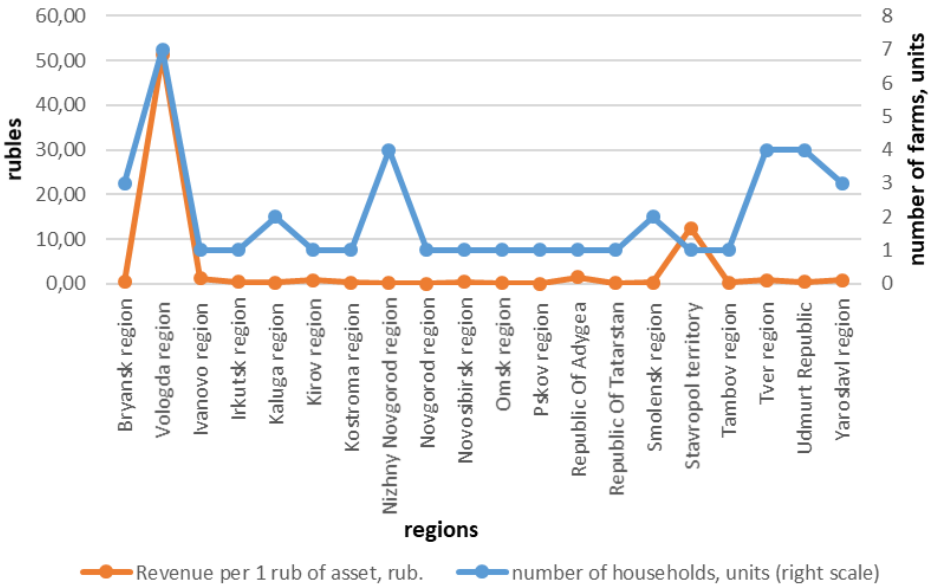


Fig. 1. Distribution of regions by return of assets in flax growing

ны (зоны) с минимальными затратами труда и средств, соответствовать всем природным и хозяйственным условиям, встречающимся в стране (зоне). Системы машин в сельском хозяйстве комплектуется, как известно, в рамках технологических операций всего процесса производства; также возможно применение отдельных элементов системы в других отраслях диверсифицированного или узкоспециализированного хозяйства.

В настоящее время, как известно, значительная часть сельскохозяйственных товаропроизводителей вынуждена ограничивать перечень производимой продукции, выращивая 2–3 сельскохозяйственные культуры в растениеводстве. Поэтому в новых реалиях система машин должна пониматься шире – как система сельскохозяйственных технологий, куда машины включены в виде подсистемы. Ее основное назначение состоит в обеспечении сельхозпроизводителей и производителей сельхозтехники научно обоснованными методическими рекомендациями по сельскохозяйственному производству. Также она может использоваться как инструмент государственной политики, направленный на стимулирование внедрения в России перспективных сельскохозяйственных технологий и машин [2, с. 105].

Тем более, как показывает практика последних лет, во многих регионах страны до недавнего времени практиковался наём систем машин сторонних организаций при уборке сельскохозяйственных культур. Это было обусловлено многими факторами, в том числе и такими, на которые обращает внимание академик РАН Н. М. Морозов Он пишет применительно ко всему агропромышленному комплексу: «Развал специализированного сельхозмашиностроения в стране привел к зависимости аграрного комплекса страны от импорта зарубежной техники, удельный вес которой в 2017 г. в общем количестве используемых тракторов составил 69 %, зерноуборочных комбайнов – 23 %, кормоуборочных – 22 %, а по машинам и оборудованию для механизации животноводства – почти 90 %. Крайне низкими остаются масштабы

обновления парка машин, составляющие 2,5–3,0 % в год вместо 12–15 % по нормативам. В результате свыше 80 % техники используется сверх нормативно установленных сроков, что приводит к росту затрат на поддержание в работоспособном состоянии» [3, с. 9].

Если в период СССР для сельского хозяйства разрабатывалась программа комплексной механизации сельскохозяйственного производства хозяйства или его отрасли; для комплексной механизации сельскохозяйственного производства страны или зоны, то уже в РФ в период начала рыночных преобразований и последующие годы программа материально-технического обеспечения была сведена к минимуму. И только с началом реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 гг. государство стало вновь стимулировать процесс обеспечения материально-технической базы аграрных товаропроизводителей. Это получило расширенное продолжение в Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., в которой реализуется также поддержка и отечественных производителей сельскохозяйственных машин и оборудования.

Но проблема нам видится в том, что аграрные товаропроизводители в сложившихся экономических реалиях финансовой нестабильности не располагают достаточными ресурсами для внедрения и использования комплексной системы машин. Так, в 2018 г. из 43 товаропроизводителей льна в России только в группе из 8 хозяйств выручка превысила 10 млн руб., максимальное значение в этой группе составило 164 млн руб. (ООО «Брянский лен»). Необходимо отметить, что в среднем стоимость располагаемых активов в этой группе составила чуть более 150 млн руб. В других хозяйствах (с выручкой ниже 10 млн руб.) стоимость активов составила 108 млн руб. Но, как видно из таблицы 2 и рис. 1, наличие достаточных активов не означает результативность их использования.

Например, в Тверской области в четырех хозяйствах в среднем на единицу выручки приходится 636,88 руб. активов, а в Вологодской области из семи хозяйств всего 4 руб.

Таблица 2

Лидеры и аутсайдеры по выручке от реализации льна в 1 руб. актива

Регион	Количество хозяйств	Показатели, руб.	
		Выручка на 1 руб. актива	Активы на 1 руб. выручки
Лидеры			
Вологодская область	7	51,27	4,02
Ставропольский край	1	12,50	0,10
Республика Адыгея	1	1,50	0,67
Ивановская область	1	1,24	0,81
Тверская область	4	0,82	636,88
Аутсайдеры			
Омская область	1	0,19	5,20
Республика Татарстан	1	0,19	5,16
Нижегородская область	4	0,11	73,09
Новгородская область	1	0,03	34,00
Псковская область	1	0,003	376,92

Источник: расчет авторов по данным www.testfirm.ru.

Table 2

Leaders and outsiders in revenue from sales of flax in 1 rub. asset

Region	*Number of households*	*Indicators, rub.*	
		Revenue for 1 rub. asset	*Assets for 1 rub. revenue*
Leaders			
Vologda Region	*7*	*51.27*	*4.02*
Stavropol region	*1*	*12.50*	*0.10*
Republic of Adygea	*1*	*1.50*	*0.67*
Ivanovo region	*1*	*1.24*	*0.81*
Tver region	*4*	*0.82*	*636.88*
Outsiders			
Omsk region	*1*	*0.19*	*5.20*
Republic of Tatarstan	*1*	*0.19*	*5.16*
Nizhny Novgorod Region	*4*	*0.11*	*73.09*
Novgorod region	*1*	*0.03*	*34.00*
Pskov region	*1*	*0.003*	*376.92*

Source: calculation of authors according to www.testfirm.ru.

Величина актива – показатель, который включает имеющиеся основные средства (в т. ч. тракторы, комбайны и сельскохозяйственные машины) и оборотный капитал. Поэтому в условиях ограниченного доступа к информации о наличии в конкретных хозяйствах используемых систем машин и их укомплектованности нами использовался при расчетах показатель общей величины активов. Хотя, безусловно, методически обоснованным является расчет результативности системы машин исходя из имеющейся стоимости ее составляющих при сопоставлении с прибылью от реализации произведенной продукции, нагрузки на 1 работника и др. В свою очередь, производительность аграрного труда зависит главным образом от того, насколько совершенны применяемые технологии и технические средства, а также от степени соответствия естественных условий производства биологическим требованиям и хозяйственным особенностям возделываемой культуры [12, с. 71]. Это особенно актуально для хозяйств, которые сохранили многоотраслевые направления производственно-хозяйственной деятельности.

Косвенно эффективность системы машин проявляется в показателе рентабельности производства и, как показывают результаты анализа товаропроизводителей, которые лидируют по объему выручки и стоимости активов в льносеющих хозяйствах, в последние годы (2016–2018 гг.) наблюдается снижение этого показателя по сравнению с начальными периодами (2012–2013 гг.).

Особенно существенно снизилась рентабельность производства льна в ООО «Деснянский лен К» и производственного кооператива колхоз «Пожарское». На фоне существенных убытков в одних хозяйствах (крестьянское хозяйство «Подворье») и снижения рентабельности в других хозяйствах возможности перехода на ресурсосберегающие технологии возделывания льна значительно сужаются.

По рекомендации Министерства сельского хозяйства РФ и Российского центра сельскохозяйственного консультирования по формированию и использованию специализированных ресурсосберегающих технологий возделывания льна-долгунца на волокно и семена [13], спектр основных видов агрегатов и сельскохозяйственных машин может состоять из следующих звеньев: агрегат для растаривания и измельчения слежавшихся минеральных удобрений, протравитель самоходный, протравитель семян, транспортер-загрузчик, транспортер-подборщик, агрегат для смешивания удобрений, трактора Агромаш 90ТГ и МТЗ-82, погрузчик ПФ-0,5, лущильник ЛДГ-10, борона ЗБЗС-1,0, дробилка ИСУ-4, стационарный комплект оборудования КСНЛ-0,9, самоходная ворошилка И-21, комбайн «Русь», льнотеребилка ТЛН-1,5М, льномолотилка МЛ-2,8П. Эти и другие виды техники с учетом возможной модернизации до уровня использования автоматизированных систем управления при условии их комплексного приобретения могут обойтись товаропроизводителю в суммы, значительно превышающие доходность производства льна-долгунца, или быть доступным только для узкого круга товаропроизводителей, таких как ООО «Брянский лен» (прибыль в 2018 г. – 53 млн руб.), ООО «Агрофирма Нива» (прибыль – 13 млн руб.), ООО «Деснянский Лен-К» (прибыль – 11,4 млн руб.). В хозяйствах с меньшей прибылью за счет собственных средств возможно приобретение отдельных основных элементов системы машин при непосредственном участии хозяйств в программе государственной поддержки.

Из-за дефицита и высокой степени изношенности технических средств предпосевные, посевные работы, а также операции по уходу за растениями и уборочные работы в льноводстве выполняются со значительными нарушениями и несвоевременным выполнением, что является одним из основных факторов снижения качества

Таблица 3

Рентабельность производства льна- долгунца в хозяйствах лидерах по объему выручки и стоимости активов, %

Организация	Год						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ООО «Брянский лен»	11,8	46,9	84,7	105,4	66,3	136,1	37,9
ООО «Нива»	111,7	58,4	85,3	44,9	20,6	68,6	18,3
Крестьянское хозяйство «Подворье»	0,4	49,6	93,3	148,0	87,1	–54,3	–40,0
ООО «Деснянский лен К»		695,0	–22,8	–14,1	1,8	9,5	57,8
Производственный кооператив колхоз «Пожарское»	8,56	75,85	74,54	6,70	6,51	0,85	0,22

Источник: расчет авторов по данным www.testfirm.ru.

Table 3

Profitability of flax production in the leading farms in terms of revenue and asset value, %

Organization	*Year*						
	2012	*2013*	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*
LLC "Bryanskiy len"	*11.8*	*46.9*	*84.7*	*105.4*	*66.3*	*136.1*	*37.9*
LLC "Niva"	*111.7*	*58.4*	*85.3*	*44.9*	*20.6*	*68.6*	*18.3*
Farmstead "Podvor'e"	*0.4*	*49.6*	*93.3*	*148.0*	*87.1*	*–54,3*	*–40,0*
LLC "Desnyanskiy len K"		*695.0*	*–22.8*	*–14.1*	*1.8*	*9.5*	*57.8*
Production cooperative collective farm "Pozharskoe"	*8.56*	*75.85*	*74.54*	*6.70*	*6.51*	*0.85*	*0.22*

Source: calculation of authors according to www.testfirm.ru.

волокнистой продукции и, соответственно, роста прямых экономических потерь. Для устранения экономических потерь в льняном подкомплексе страны необходимо осуществить технологическое и техническое обновление производства. Первоочередная задача – это повышение уровня технического обеспечения отрасли и прежде всего уборочной техникой. Это позволит устранить основную причину прямых и косвенных экономических потерь, обусловленных снижением качества льнотресты из-за задержки с выполнением уборочных работ относительно оптимальных сроков.

Снижение эффективности льноводства обусловлено также нарушением системы ведения хозяйства, в том числе и системы земледелия из-за резкого уменьшения поголовья скота и внесения органических удобрений. Отсутствие государственной поддержки мероприятий по модернизации производства в льняном подкомплексе в условиях сохраняющегося диспаритета цен является одной из наиболее серьезных угроз для отрасли, которая, скорее всего, приведет к прекращению ее функционирования [7, с. 54].

Одной из задач применения системы машин является выполнение всех агротехнологических работ в оптимальные сроки, что позволяет повысить выход продукции с единицы площади с наименьшими затратами ресурсов и рабочего времени. В расчетах, проведенных специалистами, отмечается возможность рентабельного производства льна-долгунца на волокно при урожайности льнотресты 4–4,5 т/га даже в небольших фермерских хозяйствах на площади 70–100 га. Однако, как показывает

Таблица 4

Расчет потребности в инвестициях для формирования системы машин для возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца, в расчете на 1000 га посевов

Сельскохозяйственная техника	Наименование техники	Коэффициент норматива потребности на 1000 га	Цена единицы, тыс. руб.	Затраты на приобретение техники
Техника общего назначения				
Тракторы, всего		12,5	х	х
в т. ч. общего назначения	МТЗ-82	7,1	1 600	11 360
Универсально-пропашные	Агромаш 90ТГ	5,4	2 700	14 580
Плуги	ПКМП-3-40Р	5,9	200	1 180
Культиваторы	КПС-4	4,1	200	820
Бороны зубовые	БНД-2	20,2	200	4 040
Катки	КП-12	2,3	1 300	2 990
Сцепки	СГ-12	4,2	300	1 260
Комбинированнные агрегаты	тяговый класс которых не превышает 1,4 тс.	9,2	1 250	11 500
Машины для внесения минеральных удобрений	РУМ-4, МЖТ-Ф-6	3,2	480	1 536
Опрыскиватели	ОП-2000	4,1	550	2 255
Бочки-прицепы	ППС-248-МКУ-0,65Т	5	130	650
Прицепы тракторные	2ПТС	6,8	430	2 924
Автомобили	КАМАЗ-4308	4,3	3 000	12 900
Прицепы автомобильные самосвальный	ПС-6	4,3	900	3 870
Всего по технике общего назначения				71 865
Специализированная техника				
Сеялка льняная	СКЛ-3,6М	4,7	500	2 350
Льнокомбайн прицепной	Русич-М, Селигер, Валдай	14,7	1000	14 700
Теребилка самоходная двухрядная	ЛТД – 220 (Унион)	13,46	350	4 711
Ворошилка лент льна	ВЛЛ-3М	3,8	360	1 368
Оборачиватель навесной	ОЛН	10,2	350	3 570
Рулонный пресс-подборщик	ПРУ-200М	12	800	9 600
Погрузчик рулонов	ПФ-0,5/0,6	5,5	210	1 155
Льномолотилка	МВУ-1,5	3,3 (300 га агросезон)	700	2 310
Сушилка льнотресты	ИК-0,8Т	1,0 (3 500 т тресты)	3 000	3 000
Всего по специализированной технике	х	х	х	42 764
Всего по комплексу машин	х	х	х	114 629

Источник: расчет автора на основе данных [15, с. 98–109], ФГБНУ «Агентство лен».

Table 4

Calculation of investment needs for the formation of a system of machines for cultivation, harvesting and primary processing of flax, per 1000 hectares of crops

Agricultural machinery	*Name of machinery*	*Coefficient of standard requirements per 1000 ha*	*Unit price, thousand rubles*	*Equipment acquisition costs*
General purpose machinery				
Tractors, total		*12.5*	*x*	*x*
including general purpose	*MTZ-82*	*7.1*	*1 600*	*11 360*
Universal row crops	*Agromash 90TG*	*5.4*	*2 700*	*14 580*
Plows	*PKMP-3-40R*	*5.9*	*200*	*1 180*
Cultivators	*KPS-4*	*4.1*	*200*	*820*
Tooth Harrows	*BND-2*	*20.2*	*200*	*4 040*
Ice rinks	*KP-12*	*2.3*	*1 300*	*2 990*
Couplings	*SG-12*	*4.2*	*300*	*1 260*
Combined units	*the traction class of which does not exceed 1.4 vehicles*	*9.2*	*1 250*	*11 500*
Machines for applying mineral fertilizers	*RUM-4, MZhT-F-6*	*3.2*	*480*	*1 536*
Sprayers	*OP-2000*	*4.1*	*550*	*2 255*
Barrels-trailers	*PPS-248-MKU-0,65T*	*5*	*130*	*650*
Tractor trailers	*2PTS*	*6.8*	*430*	*2 924*
Cars	*KAMAZ-4308*	*4.3*	*3 000*	*12 900*
Car trailers dump truck	*PS-6*	*4.3*	*900*	*3 870*
Total for general purpose equipment				*71 865*
Specialized equipment				
Drill	*SKL-3,6*	*4.7*	*500*	*2 350*
Flax harvester	*Rusich-M, Seliger, Valday*	*14.7*	*1000*	*14 700*
Flax puller	*LTD – 220 (Union)*	*13.46*	*350*	*4 711*
Flax straw tedder	*VLL-3M*	*3.8*	*360*	*1 368*
Flax straw turn-over	*OLN*	*10.2*	*350*	*3 570*
Baler	*PRU-200M*	*12*	*800*	*9 600*
Bales loader	*PF-0,5/0,6*	*5.5*	*210*	*1 155*
Flax heap thresher	*MVU-1,5*	*3.3 (300 ha in the agricultural season)*	*700*	*2 310*
Drying machine for flax retted straw	*IK-0.8T*	*1.0 (3500 t of trusts)*	*3 000*	*3 000*
Total for specialized equipment	*x*	*x*	*x*	*42 764*
In total for a complex of cars	*x*	*x*	*x*	*114 629*

Source: author's calculation based on data [15, p. 98–109], Federal State Budgetary Institution "Len Agency".

практика хозяйствования, рыночная конъюнктура существенно влияет на цены, что не способствует при их низком уровне рентабельному ведению производства и, соответственно, ограничивает возможности накопления капитала для своевременного обновления системы машин с учетом достижений научно-технического прогресса. Поэтому одним из направлений расширения использования современных технологий в льняной отрасли является реализация мер государственной поддержки не самостоятельных отдельных друг от друга звеньев и элементов систем машин, а их в полном комплекте. Это может быть достигнуто за счет рекомендаций ученых о зональном размещении сельскохозяйственного производства в целом и видовом разрезе сельскохозяйственных культур в частности. Одним из возможных инструментов может быть предлагаемый подход отечественных исследователей в применении «единой межотраслевой субсидии на техническую модернизацию производства» [14, с. 299].

По мнению ведущих специалистов в области льноводства, одной из причин замедления развития льняной отрасли является крайне слабая оснащенность сельскохозяйственных предприятий специализированной техникой и оборудованием, вследствие чего допускаются неоправданные потери выращенной продукции, порча и гибель урожая [6], [9], [15].

Современная система машин и технологий для уборки льна-долгунца требует совершенствования в связи с изменением экономических условий производства и новыми задачами отрасли по повышению качества и конкурентоспособности отечественной льнопродукции. В связи с этими обстоятельствами основным требованием к современной системе льноуборочных машин является достаточный уровень обеспеченности льносеющих хозяйств специализированными техническими средствами, который позволит выполнять весь комплекс технологических операций в оптимальные сроки. Состав парка льноуборочных машин в масштабе хозяйства должен

обеспечивать возможность применения как комбайновой, так и раздельной технологии в зависимости от производственных задач и погодной ситуации [6, с. 63].

Как отмечает профессор РАН Р. А. Ростовцев, обеспеченность российского льняного поля (40–50 тыс. га) специализированной уборочной техникой невелика – от 50 до 60 %, а по таким важным технологическим операциям, как оборачивание, ворошение, сушка и переработка льновороха, семяочистка, – около 40 %. Парк льноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных предприятиях сократился с 3,2 тыс. шт. в 2000 г. до 0,24 тыс. в 2017 г. Приобретено всего 0,7 % к наличию, а списано 10,2 % [8, с. 63].

Как показывают наши расчеты, представленные в таблице 4, для использования передовых систем машин при комбинированной технологии возделывания, уборки и первичной переработки льна-долгунца потребуется около 115 млн руб. в расчете на 1000 га посевной площади.

Для повышения уровня охвата хозяйств, использующих передовые технологии, государственную поддержку целесообразно использовать как для рентабельных, так и для финансово неустойчивых хозяйств независимо от возможности регионов участвовать в софинансировании программ из регионального бюджета, как это предусматривается действующими положениями в настоящее время. Такой подход, на наш взгляд, позволит задействовать региональные научные институты в разработке адаптированных к зональным особенностям технологий выращивания сельскохозяйственных культур и, соответственно, используемым системам машин; формировать спрос аграрных товаропроизводителей на передовые системы машин; стимулировать производителей сельскохозяйственной техники к выпуску соответствующих агрегатов, сельскохозяйственных машин и орудий. Кроме того, такое направление государственной поддержки не противоречит требованиям и нормам Всемирной торговой организации, так как ориентировано на привлечение инвестиций в передовые технологии производства продукции сельского хозяйства.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Применение перспективных систем машин для производства льноволокна по специализированной технологий требует пересмотра и существенной корректировки как государственной поддержки отрасли, так и мер стимулирования внедрения передовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Кроме того, формирование системы машин возделывания льноволокна в различных зонах страны напрямую зависит не только от финансово-экономических результатов деятельности хозяйствующих субъектов, но и от научных исследований в соответствующих областях знаний, адаптирующих их к природно-климатическим условиям, что требует вовлечения в программы государственной поддержки и проведение соответствующих исследований.

Библиографический список

1. Арютов Б. А., Важенин А. Н., Пасин А. В. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве: учебное пособие [Электронный ресурс]. URL: https://monographies.ru/en/book/view?id=81 (дата обращения: 21.01.2020).
2. Коротченя В. М. Новое понимание системы машин для сельского хозяйства // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов международной научно-технической конференции. Москва, 2015. С. 104–107.
3. Морозов Н. М. Направления развития системы машин для животноводства // Вестник ВНИИМЖ. 2019. № 4 (36). С. 7–11.
4. Морозов Н. М., Сорокин Н. Т. Подсистема технологий, машин и оборудования для агрохимического обеспечения сельскохозяйственных предприятий: научно-методические и практические рекомендации. Рязань, 2016. – 223 с.
5. Измайлов А. Ю., Макаров В. А. К вопросу обоснования технико-экономического уровня сельскохозяйственных машин и оборудования // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 6. С. 3–9.
6. Поздняков Б. А. Актуальные направления совершенствования системы машин для уборки льна-долгунца // Техника и оборудование для села. 2019. № 8 (266). С. 2–6. DOI: 10.33267/2072-9642-2019-8-2-6.
7. Поздняков Б. А., Великанова И. В. Актуальные проблемы формирования организационно-экономического механизма модернизации льняного подкомплекса // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 10. С. 53–55. DOI: 10.31442/0235-2494-2019-0-10-53-55
8. Ростовцев Р.А. О состоянии проблемах и перспективах обеспечения техникой льнокомплекса России // Вестник текстильпрома. 2018. С. 62– 64.
9. Ростовцев Р. А., Черников В. Г. Приоритетные вопросы механизации современного льноводства // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы международной научно-практической конференции. Тверь, 2016. С. 8–11.
10. Яковчик С. Г., Бакач Н. Г., Салапура Ю. Л. Механизация технологических процессов возделывания и первичной переработки льна-долгунца в Республике Беларусь // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы международной научно-технической конференции. Минск, 2019. С. 3–8.
11. Ущаповский И. В., Новиков Э. В., Басова Н. В., Безбабченко А. В., Галкин А. В. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 1 (25). С. 166–186.
12. Поздняков Б. А., Перов Г. А., Великанова И. В. Технологические факторы повышения производительности труда в льноводстве // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 3 (39). С. 71–74.
13. Специализированные ресурсосберегающие технологии возделывания льна-долгунца на волокно и семена. Производственные рекомендации. М.: ФГУ РЦСК, 2010. 92 с.

14. Попова Л. В., Досова А. Г. Совершенствование системы государственной поддержки обновления технического потенциала сельского хозяйства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2(46). С. 297–302.
15. Пучков Е. М., Галкин А. В., Ущаповский И. В. О состоянии, проблемах и перспективах обеспечения специализированной техникой льнокомплекса России // Вестник НГИЭИ. 2018. № 5 (84). С. 97–110.
16. Kulov A. R., Dzusova S. S., Dzusov S. I. State support for the investment development of agricultural procedure in condition of sanction restrictions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. P. 012083. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012083.
17. Mazloev V. Z., Ozerova M. G. Problems of spatial development of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. P. 012004 DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012004.

Об авторах:
Аслан Ростиславович Кулов[1], профессор Российской академии наук, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела исследования ценовых и финансово-кредитных отношений,
ORCID 0000-0002-4259-8368, AuthorID 360774; *+7 964 515-08-15, prof_kulov@mail.ru*
Ирина Витальевна Великанова[2], кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела экономического анализа в сельском хозяйстве, ORCID 0000-0002-9478-9844, AuthorID 997868; *+7 904 013-90-28, ivvelikanova@mail.ru*
[1] Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский Научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, Москва, Россия
[2] Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Some economic aspects of forming a machine system in flax industry

A. R. Kulov[1], I. V. Velikanova[2]✉
[1] Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia
[2] Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia
✉*E-mail: ivvelikanova@mail.ru*

Abstract. The main goal of our research is to consider the main economic factors that prevent the introduction of advanced technologies and to justify the need to change the state's approaches to supporting investment processes for the formation of advanced machine systems in flax industry, including on the basis of automation and digitalization of process management. **Methods.** In the work, based on the using of a wide range of analytical methods for studying economic phenomena in the flax growing industry, the using of computational-constructive and abstract-logical methods, using computational-constructive and abstract-logical methods, system analysis, recommendations were developed for the implementation of state support measures focused primarily on the complex system of machines in agriculture, independently of the financial and economic condition of economic entities. **Results.** The article shows that the complex mechanization of flax production is hindered both by the remaining insufficient level of financial and economic opportunities of commodity producers, and by the imperfection of state support. According to the analysis of data from the electronic information-analytical system testfirm.ru, it was revealed that only 34 % of the flax producers examined in 2018 were profitable, whose revenue exceeded 10 million rubles. It was revealed that the limited ability to update the main links and elements of the machine system leads to significant economic losses during the cultivation of flax, due to non-compliance with the execution of technological operations in the optimal time. **Scientific novelty.** The article presents the idea of the need, based on the recommendations of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation and the Russian Center for Agricultural Consulting on the formation and use of specialized resource-saving technologies for cultivating flax for fiber and seeds, to expand the scope of government support measures for flax-growing farms not only to financially sustainable enterprises. The article substantiates the general need for investments for the use of advanced machine systems in the combined technology of cultivation, harvesting and primary processing of flax in the amount of more than 114 million rubles per 1000 hectares of sown area of flax.
Keywords: economic issues, machine system, investments, state support, agriculture, flax industry.

For citation: Kulov A. R., Velikanova I. V. Nekotorye ekonomicheskie aspekty formirovaniya sistemy mashin v l'novodstve [Some economic aspects of forming a machine system in flax industry] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 05 (196). Pp. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-93-102. (In Russian.)

Paper submitted: 11.03.2020.

References

1. Aryutov B. A., Vazhenin A. N., Pasin A. V. Metody povysheniya effektivnosti mekhanizirovannykh proizvodstvennykh protsessov po usloviyam ikh funktsionirovaniya v rastenievodstve: uchebnoe posobie [Methods to improve the efficiency of mechanized production processes according to the conditions of their functioning in crop production] [e-resource]. URL: https://monographies.ru/en/book/view?id=81 (appeal date: 21.01.2020). (In Russian.)
2. Korotchenya V. M. Novoe ponimanie sistemy mashin dlya sel'skogo khozyaystva [Directions for the development of a livestock machinery system] // Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: sbornik nauchnykh dokladov mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Moscow, 2015. Pp. 104–107. (In Russian.)
3. Morozov N. M. Napravleniya razvitiya sistemy mashin dlya zhivotnovodstva [Directions of development of the system of machines for animal husbandry] // Vestnik VNIIMZh. 2019. No. 4 (36). Pp. 7–11. (In Russian.)
4. Morozov N. M., Sorokin N. T. Podsistema tekhnologiy, mashin i oborudovaniya dlya agrokhimicheskogo obespecheniya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy nauchno-metodicheskie i prakticheskie rekomendatsii [Subsystem of technologies, machines and equipment for agrochemical support of agricultural enterprises: scientific, methodological and practical recommendations]. Ryazan', 2016. 223 p. (In Russian.)
5. Izmaylov A. Yu., Makarov V. A. K voprosu obosnovaniya tekhniko-ekonomicheskogo urovnya sel'skokhozyaystvennykh mashin i oborudovaniya [On the issue of justification of the technical and economic level of agricultural machinery and equipment] // Agricultural Machinery and Technologies. 2016. No. 6. Pp. 3–9. (In Russian.)
6. Pozdnyakov B. A. Aktual'nye napravleniya sovershenstvovaniya sistemy mashin dlya uborki l'na-dolguntsa [Actual directions of improving the system of machines for harvesting flax] // Machinery and Equipment for Rural Area. 2019. No. 8 (266). Pp. 2–6. (In Russian.)
7. Pozdnyakov B. A., Velikanova I. V. Aktual'nye problemy formirovaniya organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma modernizatsii l'nyanogo podkompleksa [Actual problems of the formation of the organizational and economic mechanism of modernization of the flax subcomplex] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2019. No. 10. Pp. 53–55. (In Russian.)
8. Rostovtsev R. A. O sostoyanii problemakh i perspektivakh obespecheniya tekhnikoy l'nokompleksa Rossii [On the state of problems and prospects for providing flax complex technology in Russia] // Vestnik tekstil'proma. 2018. Pp. 62–64. (In Russian.)
9. Rostovtsev R. A., Chernikov V. G. Prioritetnye voprosy mekhanizatsii sovremennogo l'novodstva [Priority issues of modern flax farming mechanization] // Innovatsionnye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Tver', 2016. Pp. 8–11. (In Russian.)
10. Yakovchik S. G., Bakach N. G., Salapura Yu. L. Mekhanizatsiya tekhnologicheskikh protsessov vozdelyvaniya i pervichnoy pererabotki l'na-dolguntsa v Respublike Belarus' [Mechanization of technological processes of cultivation and primary processing of flax in the Republic of Belarus] // Nauchno-tekhnicheskiy progress v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve: materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Minsk, 2019. Pp. 3–8. (In Russian.)
11. Ushchapovskiy I. V., Novikov E. V., Basova N. V., Bezbabchenko A. V., Galkin A. V. Sistemnye problemy l'nokompleksa Rossii i zarubezh'ya, vozmozhnosti ikh resheniya [Systemic problems of the flax industry in Russia and abroad, opportunities for their solution] // Molochnokhozyaystvenny Vestnik. 2017. No. 1 (25). Pp. 166–186. (In Russian.)
12. Pozdnyakov B. A., Perov G. A. Velikanova I. V. Tekhnologicheskie faktory povysheniya proizvoditel'nosti truda v l'novodstve [Technological factors for increasing labor productivity in flax production] // Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2017. No. 3 (39). Pp. 71–74. (In Russian.)
13. Spetsializirovannye resursosberegayushchie tekhnologii vozdelyvaniya l'na-dolguntsa na volokno i semena. Proizvodstvennye rekomendatsii [Specialized resource-saving technologies for the cultivation of flax for fiber and seeds. Production recommendations]. Moscow: FGU RTsSK. 2010. 92 p. (In Russian.)
14. Popova L. V., Dosova A. G. Sovershenstvovanie sistemy gosudarstvennoy podderzhki obnovleniya tekhnicheskogo potentsiala sel'skogo khozyaystva [Improving the system of state support for updating the technical potential of agriculture] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. No. 2 (46). Pp. 297–302. (In Russian.)
15. Puchkov E. M., Galkin A. V., Ushchapovskiy I .V. O sostoyanii, problemakh i perspektivakh obespecheniya spetsializirovannoy tekhnikoy l'nokompleksa Rossii [On the state, problems and prospects of providing specialized equipment for the flax complex in Russia] // Bulletin NGIEI. 2018. No. 5 (84). Pp. 97–110. (In Russian.)
16. Kulov A. R., Dzusova S. S., Dzusov S. I. State support for the investment development of agricultural procedure in condition of sanction restrictions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. P. 012083. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012083.
17. Mazloev V. Z., Ozerova M. G. Problems of spatial development of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. P. 012004 DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012004.

Authors' information:

Aslan R. Kulov[1], professor of the Russian Academy of Sciences, doctor of economic sciences, professor, department of department of research of price and financial and credit relations in the agro-industrial complex, ORCID 0000-0002-4259-8368, AuthorID 360774; *+7 964 515-08-15, prof_kulov@mail.ru*

Irina V. Velikanova[2], candidate of economic sciences, senior researcher of department of economic analysis in agriculture, ORCID 0000-0002-9478-9844, AuthorID 997868; *+7 904 013-90-28, ivvelikanova@mail.ru*

[1] Federal Research Center for Agrarian Economics and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics, Moscow, Russia

[2] Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia