


СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.811:631.812

doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_11 EDN: HNNKJL 

БИОЛОГИЗАЦИЯ АГРОТЕХНОЛОГИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И УГЛЕВОДНУЮ НАПРАВЛЕННОСТЬ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Наталья Павловна Бакаева^{1✉}, Лариса Вячеславовна Запрометова²

^{1, 2}Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹bakaevanp@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

²larisochk@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7798-5870>

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы, увеличение содержания крахмала и сахаров в зерне путём биологизации агротехнологии в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2017-2019 гг. на полях кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», лаборатории «Агрэкология» Самарского ГАУ. Применяли три способа механической обработки почвы, изучали влияние сухого, жидкого органических удобрений ООО «АгроПромСнаб» и навоза на урожайность зерна, содержание крахмала, сахаров в зерне озимой пшеницы сорта Светоч. Урожайность по вспашке в среднем за годы исследований составила 3,43 т/га. Вариант без механической обработки почвы совместно с органическими удобрениями оказал большее воздействие и повысил урожайность зерна на 11,9%, применение навоза привело к повышению урожайности по сравнению с неудобренным фоном на 11,5%. Содержание крахмала в зерне в варианте по вспашке составило 69,2%, вариант без механической обработки почвы совместно с органическими удобрениями повысил содержание крахмала в зерне на 11,9%, применение навоза привело к повышению содержания крахмала в зерне по сравнению с неудобренным фоном на 11,8%. На накопление сахаров вариант без механической обработки почвы оказал воздействие в большей степени и превысил другие варианты на 2,2 %, навоз в большей мере способствовал увеличению содержания сахаров, по сравнению с удобрениями. Максимальное значение отношения содержания крахмала к содержанию белка в зерне озимой пшеницы (показатель пищевой эффективности) было в варианте без осенней механической обработки – 4,85, вспашка с применением удобрений обеспечила повышение данного показателя на 3,6%, сухое органическое удобрение максимально увеличило данный показатель – на 4 %. Биологизация агротехнологии возделывания озимой пшеницы, включающая вариант без осенней механической обработки почвы и применение органических удобрений, таких как навоз, сухое и жидкое органические удобрения, способствовала повышению урожайности зерна и содержания крахмала, положительно отразилась на показателе пищевой эффективности.

Ключевые слова: озимая пшеница, обработка почвы, органические удобрения, урожайность, крахмал, сахара, пищевая эффективность.

Для цитирования: Бакаева Н. П., Запрометова Л. В. Биологизация агротехнологии озимой пшеницы на повышение урожайности и углеводную направленность в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №2. С. 11–18. doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_11

AGROTECHNOLOGY BIOLOGIZATION OF WINTER WHEAT TO INCREASE PRODUCTIVITY AND CARBOHYDRATE TARGETING WITHIN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Natalia P. Bakaeva^{1✉}, Larisa V. Zaprometova²

^{1, 2}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

¹bakaevanp@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>

²larisochk@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7798-5870>

The research purpose is to increase winter wheat yield, the content of grain starch and sugar via agrotechnology biologizing within the conditions of the Middle Volga region. The research was carried out during the period of 2017-2019 on the fields of the Department of Land Management, Soil Science and Agrochemistry, the laboratory of Agroecology of Samara State Agrarian University. Three methods of tillage operations were used, the effect of dry, liquid organic fertilizers of LLC «AgroPromSnab» and manure on grain yield, starch content, sugar of Svetoch variety winter wheat was studied. The plowing average yield over the years of research was 3.43 t/ha. The area without tillage practice together with organic fertilizers provided a greater effect and increased grain yield by 11.9%, the use of manure led to an increase in yield compared to the nonfertilized ground by 11.5%. The grain starch content in plowing was 69.2%, the area without tillage operations together with organic fertilizers provided the starch increase in grain by 11.9%, the use of manure led to an increase of the starch content compared to the non-fertilized culturing by 11.8%. Area without tillage operations provided greater impact on the accumulation of sugar and exceeded results on grounds with other ways of plant cultivation by 2.2%, manure contributed more to an increase of sugar content compared to fertilizers. The maximum value of the ratio of starch to protein content in winter wheat grain (an indicator of nutritional efficiency) was 4.85 taking into regard areas without autumn tillage practice, area plowing with fertilizers provided an increase in this indicator by 3.6%, dry organic fertilizer maximized this indicator by 4%. Agrotechnology biologization of winter wheat cultivation, including areas without autumn tillage practice and use of organic fertilizers, such as manure, dry and liquid organic fertilizers, contributed to an increase of grain yield and starch content and had a positive indicator of nutritional efficiency.

Keywords: winter wheat, tillage, organic fertilizers, yield, starch, sugar, nutritional efficiency.

For citation: Bakaeva, N. P. & Zaprometova, L. V. (2022). Agrotechnology biologization of winter wheat to increase productivity and carbohydrate targeting within the conditions of the middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 11–18 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_11

Принципом биологического земледелия является прежде всего глубокое знание и рациональное использование законов природы [1], куда относится обеспечение сельскохозяйственных растений азотным питанием за счет максимального использования биологического азота. При этом возможно применение органических азотных удобрений, полученных различными способами, так называемых новых азотных удобрений [1].

Теоретические основы биологизации были заложены в работах А. В. Советова, в которых он, отмечая роль корреляции земледелия с животноводством, придавал большое значение естественным процессам и взаимосвязям в агросистемах, благодаря которым осуществляется воспроизводство почвенного плодородия. В конце XIX столетия А. С. Ермолов обосновал направления, которые теперь называют принципами биологического земледелия. Базисом теории биологизации признается учение В. Р. Вильямса, считавшего возможным внедрение в нашей стране экологически сбалансированных систем и воспроизводство плодородия почв преимущественно естественным путем. Академиком А. А. Жученко была разработана стратегия адаптивной интенсификации растениеводства, основанная на экологизации и биологизации интенсивных процессов сельского хозяйства страны. При этом целесообразным стало адаптивное применение факторов интенсификации земледелия с учетом обязательного сохранения окружающей среды при более активном вовлечении в процесс сил природы [2].

Основными веществами пшеницы, ради которых она и возделывается, являются белок и крахмал. Кроме того, зерно содержит некоторое количество полувысыхающего жидкого масла, богатого ненасыщенными кислотами, зольные элементы и витамины группы В. Углеводы по количеству занимают первое место среди других веществ зерна, составляют главную массу зерна, примерно две трети [3], синтезируются из углекислого газа и воды и служат основным энергетическим запасным веществом развивающегося зародыша. Крахмал по количеству занимает первое место среди других веществ зерна [4].

Цель исследований – повышение урожайности озимой пшеницы, увеличение содержания крахмала и сахаров в зерне путём биологизации агротехнологии в условиях Среднего Поволжья.

Задача исследований – изучить влияние новых органических удобрений (сухого и жидкого органических удобрений ООО «АгроПромСнаб») и навоза на урожайность зерна, содержание крахмала, сахаров (моно- и дисахаридов, редуцирующих сахаров, прочих сахаров) в зерне озимой пшеницы при различных способах обработки почвы (вспашка на 20-22 см, рыхление на 10-12 см и без механической обработки); оценить пищевую эффективность зерна озимой пшеницы по отношению содержания крахмала к содержанию белка.

Материал и методы исследований. Озимая пшеница требовательна к влаге весь период вегетации. Является холодостойкой культурой, формирует высокую урожайность на обеспеченных питательными веществами почвах. Объект исследований – сорт озимой пшеницы Светоч. Сорт озимой мягкой пшеницы Светоч включен в Госреестр селекционных достижений с 2005 года по Средневолжскому региону. Среднеспелый сорт. Зимостойкость повышенная. Биологическая особенность сорта Светоч заключается в том, что в весенний период характеризуется быстрым темпом роста, в осенний период при дефиците влаги способен сформировать продуктивный колос [5]. В опытах высевали протравленные семена (элита).

Исследования проводились в 2017-2019 гг. на полях кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», лаборатории «Агроэкология» Самарского ГАУ. Рельеф местности выровненный, почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый [5]. Размер делянок мелкоделяночного опыта м² (1 x 1). Повторность опыта трехкратная. Применяемый гербицид Прима в дозе в дозе 500 мл/га.

Поле расположено в центральной зоне Самарской области. Среднемноголетнее количество осадков составляет 410 мм, за вегетационный период в среднем 234 мм. Из них в апреле – 27, мае – 33, июне – 39, июле – 47, августе – 44 и в сентябре – 44 мм осадков. Средняя продолжительность теплого периода составляет 145-150 дней. Почва опытного участка содержит органического вещества 5,7%, подвижного фосфора – 130-152 мг/кг, обменного калия – 311-324 мг/кг, легкогидролизуемого азота – 105-127 мг/кг, рН – 5,8.

По данным метеостанции «Усть-Кинельская», метеорологические условия в период проведения исследований были контрастными и их можно охарактеризовать как не совсем благоприятными для возделывания озимых и ранних яровых, но позволившие получить хороший урожай.

Применяли три способа механической обработки почвы [5].

Вспашка на 20-22 см включает рыхление и перемешивание почвы. Вспашка предназначена для создания благоприятного водно-воздушного, теплового режимов заделки семян и остатков сорных растений. Создает оптимальные условия для накопления влаги.

Рыхление на 10-12 см позволяет увеличить доступ в почву воды, воздуха и питательных веществ. При этом создается мульчирующий слой, разрушается почвенная корка.

Без осенней механической обработки – позволяет увеличить накопление влаги в грунте, предотвращает водную и ветровую эрозии.

На всех вариантах после сбора урожая солому измельчали и оставляли на полях.

Озимую пшеницу выращивали в пятипольном зернопаровом севообороте по чистому пару.

В технологиях возделывания озимой пшеницы важное место занимает применение органических удобрений, которые играют значительную роль для воспроизводства плодородия почв, обеспечения бездефицитного баланса гумуса и биогенных элементов наряду с соблюдением научно обоснованных севооборотов, снижением эрозионных потерь. ООО «АгроПромСнаб» производит

инновационные органические удобрения на основе отходов животноводства, остатков сельскохозяйственных культур в соответствии ГОСТ Р 53117-2008 «Национальный стандарт Российской Федерации. Удобрения органические на основе отходов животноводства». Удобрения выпускаются в жидкой и твердой (сухой) форме. Предназначены для применения в сельскохозяйственном производстве, садоводстве, лесном хозяйстве, на приусадебных участках. Основой органических удобрений являются птичий помет, отходы животноводства и очистки семян с добавлением гуминовых кислот, фульвокислот и микроэлементов. Навоз содержит до 20% азота, 75-90% органического вещества, в том числе гуминовых кислот и других легко и трудно разлагающихся компонентов [5, 8].

Перепревший навоз вносили в количестве 30 т/га в физическом весе. В жидком органическом удобрении содержание сухого вещества в твердой форме удобрения составляет 2,2%, массовая доля общего азота 0,28 % при влажности 97,8 %. Содержание сухого вещества в твердой форме удобрения – 89,9%, массовая доля общего азота в удобрении с исходной влажностью – 5,28% [6].

Учет урожая проводили сплошным методом с пересчетом на 14% влажность зерна и 100% чистоту [6]. Все наблюдения и другие сопутствующие исследования проводили в трёхкратной повторности по соответствующим методикам [7, 8]. Аналитические определения проводили на кафедре «Садоводство, ботаника и физиология растений». Возделывание озимой пшеницы проводилось по общепринятой агротехнологии для условий Среднего Поволжья. Содержание крахмала в зерне определяли колориметрическим методом Ф. Л. Калинина (1962) и по Н. И. Ястребовичу, сахаров – по методике, представленной в источниках [9,10]. Расчет изучаемых показателей проводили согласно общепринятым методикам [11, 12, 13]. Статистическая обработка данных произведена с использованием пакета компьютерных программ Excel и «Пакет программ по статистике» [14,15].

Результаты исследований. Результаты изучения влияния способов обработки почвы и органических удобрений на продуктивность озимой пшеницы и на содержание углеводов в зерне представлены в таблице 1.

Таблица 1

Урожайность, содержание крахмала и сахаров в зерне озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений (в среднем за период исследования)

Обработка почвы	Удобрения	Урожайность, т/га	Крахмал, %	Моно- и дисахариды, %	Редуцирующие сахара, %	Прочие сахара, %	Отношение крахмала к белку
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений	3,12	62,3	2,68	0,60	0,28	4,55
	Навоз, 30 т/га	3,51	70,1	2,34	0,42	0,31	4,64
	Сухое органическое удобрение	3,37	69,6	2,0	0,35	0,34	4,80
	Жидкое органическое удобрение	3,42	68,1	2,34	0,46	0,33	4,70
Рыхление на 10-12 см	Без удобрений	3,04	61,8	3,01	0,55	0,28	4,68
	Навоз, 30 т/га	3,39	68,4	2,68	0,30	0,27	4,75
	Сухое органическое удобрение	3,35	67,9	1,98	0,45	0,31	4,82
	Жидкое органическое удобрение	3,40	68,9	2,56	0,43	0,27	4,75
Без механической обработки	Без удобрений	3,00	61,5	3,45	0,60	0,31	4,70
	Навоз, 30 т/га	3,29	69,5	2,77	0,75	0,35	4,76
	Сухое органическое удобрение	3,37	68,1	2,44	0,50	0,36	4,90
	Жидкое органическое удобрение	3,38	68,9	2,87	0,62	0,34	4,89

Коэффициент вариации, V, %	11	15	6	4	1,3	
Без удобрений, среднее	3,05	62,0	3,05	0,58	0,29	4,64
Навоз, среднее	3,40	69,3	2,60	0,49	0,34	4,72
Сухое органическое удобрение, среднее	3,36	68,6	2,14	0,43	0,33	4,84
Жидкое органическое удобрение, среднее	3,38	68,5	2,58	0,47	0,30	4,78

Величина урожайности зерна озимой пшеницы за годы исследований варьировала и в среднем по вспашке было получено 3,43 т/га, что превысило на 2,4% урожайность в варианте без осенней механической обработки почвы и на 1,5 % – в варианте с рыхлением. Математическая обработка показала, что влияние обработки почвы с использованием удобрений по сравнению с неудобренным фоном было положительным. По вспашке средний показатель урожайности с применением удобрений превысил показатель без удобрений на 10%, по рыхлению – на 11,2% и без механической обработки – на 11,6%, что показывает более значительное влияние варианта без осенней механической обработки почвы с применением органических удобрений на урожайность озимой пшеницы по сравнению с другими способами обработки почвы.

Применяемые удобрения по-разному оказывали влияние на величину урожайности зерна. Урожайность с применением навоза повысилась на 11,5%, с применением сухого и жидкого органического удобрения – на 10,2-10,8% относительно варианта без удобрений, то есть влияние навоза на урожайность оказалось более значительным по сравнению с другими удобрениями.

Урожайность озимой пшеницы по вспашке – 3,43 т/га. Вариант без механической обработки почвы с органическими удобрениями оказал большее воздействие – повысил урожайность зерна на 11,9%, применение навоза привело к максимальному повышению урожайности по сравнению с неудобренным фоном (на 11,5%).

Содержание крахмала в зерне различалось в зависимости от способа обработки почвы, в среднем, было получено по вспашке – 69,2 %, что превысило вариант с рыхлением на 1,2 %, вариант без осенней механической обработки почвы – на 0,6%. Влияние обработки почвы с применением удобрений по сравнению с неудобренным фоном на содержание крахмала было положительным. Наибольшее содержание крахмала было в варианте без осенней механической обработки почвы – превысило содержание крахмала в варианте без удобрений на 11,9%, по вспашке превышение составило 11,1%, а по рыхлению – на 10,7%. Вариант без механической обработки почвы с совместно с органическими удобрениями оказал большее воздействие на содержание крахмала в зерне.

Использование навоза привело к максимальному повышению содержания крахмала в зерне по сравнению с неудобренным фоном на 11,8%, сухого и жидкого органического удобрения – в меньшей и в равной мере – на 10,5-10,6%.

Так, по вспашке было получено 69,2 % крахмала в зерне. Вариант без механической обработки почвы с совместно с органическими удобрениями оказал большее воздействие – повысил содержание крахмала в зерне на 11,9%, применение навоза привело к максимальному повышению содержания крахмала в зерне по сравнению с неудобренным фоном (на 11,8%).

Способы обработки почвы повлияли на содержание сахаров (как моно-, дисахаридов, так и редуцирующих). Вариант без механической обработки способствовал наибольшему накоплению сахаров (на 2,2 %), другие варианты в меньшей степени (1,7-2,0%) превышали средние показатели. Из применяемых удобрений навоз в большей мере способствовал увеличению содержания сахаров, несколько в меньшей степени было влияние сухого и жидкого органического удобрения.

Максимальное количество прочих сахаров, не вошедших в общее определение сахаров, наблюдали по вспашке: превысило значение в контрольном варианте на 14,3%, в варианте без механической обработки на 12,9%, а по рыхлению на 8,3%. Применение навоза положительно повлияло на данный показатель, разность составила 1-3 %.

Пищевая эффективность и питательность зерна определяется его химическим составом, главные вещества – это белок, крахмал и сахара. Отношение содержания крахмала к содержанию белка в зерне озимой пшеницы – это величина, которая является показателем пищевой эффективности. Максимальное значение данного показателя было в варианте без осенней механической обработки – 4,85, увеличение составило 0,08-0,15 % по сравнению с другими

вариантами обработки почвы. Вспашка с применением удобрений обеспечила повышение данного показателя на 3,6%, без осенней механической обработки – на 3,2%, рыхление – на 2 %. Влияние удобрений имело другой характер, сухое органическое удобрение максимально увеличило данный показатель на 4 %, жидкое органическое удобрение – на 3%, навоз до 2%.

Максимальное значение пищевой эффективности зерна наблюдали в варианте без осенней механической обработки – 4,85, вспашка с применением удобрений обеспечила повышение данного показателя на 3,6%, сухое органическое удобрение максимально увеличило данный показатель на 4 %.

Заключение. За годы проведения исследований величина урожайности озимой пшеницы в среднем по вспашке составила 3,43 т/га. Вариант без механической обработки почвы совместно с органическими удобрениями оказал большее воздействие – повысил урожайность зерна на 11,9%, применение навоза привело к повышению урожайности по сравнению с неудобренным фоном на 11,5%. По вспашке было получено 69,2 % крахмала в зерне. Вариант без механической обработки почвы совместно с органическими удобрениями оказал большее воздействие, повысил содержание крахмала в зерне на 11,9%, применение навоза привело к повышению содержания крахмала в зерне по сравнению с неудобренным фоном на 11,8%. На накопление сахаров вариант без механической обработки почвы отразился в большей степени и превысил другие варианты на 2,2 %, навоз в большей мере способствовал увеличению содержания сахаров. Максимальное значение показателя пищевой эффективности зерна было в варианте без осенней механической обработки – 4,85, вспашка с применением удобрений обеспечила повышение данного показателя на 3,6%, сухое органическое удобрение максимально увеличило данный показатель на 4 %.

Биологизация агротехнологии возделывания озимой пшеницы без осенней механической обработки почвы и применение органических удобрений, таких как навоз, сухой и жидкий удобрительные препараты ООО «АгроПромСнаб» способствовали повышению урожайности зерна и содержанию крахмала, положительно отразились на показателе пищевой эффективности. При определении пищевой эффективности выявлен сложный характер содержания отдельных биохимических показателей и их соотношения в зерне озимой пшеницы, отражающий генетические особенности формирования зерна, синтеза сахаров, а также запасного углевода крахмала.

В условиях перехода на биологическое земледелие для увеличения урожайности, улучшения качества зерна по углеводной направленности озимой пшеницы, а также улучшения пищевой эффективности и питательности зерна в условиях лесостепи Среднего Поволжья рекомендуется применять в качестве органических удобрений навоз (не менее 30 т/га в физическом весе), сухое и жидкое органические удобрения по рекомендованным производителем концентрациям.

Список источников

1. Салтыкова О. Л., Зудилин С. Н. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2020. №1. С. 3–9. doi: 10.12737/36516.
2. Скорочкин Ю. П., Воронцов В. А. Биологизация земледелия: определение, принципы и направления развития [Электронный ресурс]. Агробизнес [сайт]. agbz.ru. URL: <https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsipy-i-napravleniya-razvitiya/> (дата обращения 28.02.2022).
3. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Коржавина Н. Ю. Состояние углеводно-амилазного комплекса зерна озимой пшеницы разных сортов в зависимости от обработки микроудобрениями ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 30–34. doi: 10.12737/24518.
4. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Запрометова Л. В. Фракционный состав белка зерна пшеницы в зависимости от применения органических удобрений // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель : РИО Самарской ГСХА, 2018. С. 199–201.
5. Зудилин С. Н., Чухнина Н. В. Влияние инновационных органических удобрений на урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2021. №2. С. 3–9. doi: 10.12737/44164.

6. Зудилин С. Н., Чухнина Н. В. Влияние инновационных органических удобрений на урожайность озимой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. Т. 6, №2. С. 3–9.
7. Черкасов А. С. Накопление сахаров и крахмала в зерне озимой пшеницы // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. – Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 24–27.
8. Бакаева Н. П., Коржавина Н. Ю. Продуктивность и проявление сортовых особенностей озимых пшениц Поволжская 86 и Светоч при применении удобрений // Известия Самарской государственной академии. 2017. №1. С. 38–41. doi: 10.12737/24520.
9. Лабашов Е. С. Формирование урожайности озимой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы, удобрений и сохранности растений к уборке // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 28–30
10. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Царевская В. М. Динамика азота и формирование белковой продуктивности пшеницы при различных технологиях возделывания // Известия Самарской государственной академии. 2018. №4. С. 3–9. doi: 10.12737/23599.
11. Никитенкова О. Е. Влияние обработки почвы и удобрений на всхожесть и выживаемость растений пшеницы после перезимовки // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019. С. 31–33.
12. Бакаева Н. П. Интенсивность разложения растительных остатков и поступление гумуса в почву под посевами озимой пшеницы // Инновационные направления аграрной науки на современном этапе : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Тимирязевский, 2021. С. 18–22.
13. Запрометова Л. В., Бакаева Н. П. Влияние гумата калия на сохранность растений и урожайность зерна озимой пшеницы // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2020. С. 29–33.
14. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Нечаева Е. Х. Концентрационные отношения крахмала и амилазы в зерне озимой пшеницы при различных вариантах выращивания // Агрофизика. 2021. № 1. С. 19–26. – doi: 10.25695/AGRPH.2021.01.04.
15. Троц В. Б., Ахматов Д. А., Троц Н. М. Влияние минеральных удобрений на аккумуляцию тяжелых металлов в почве и фитомассе зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2015. № 1. С. 45–49.

References

1. Saltykova, O. L. & Zudilin, S. N. (2020). Cultivation of winter wheat to obtain high grain protein within the conditions of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–9 (in Russ.). doi: 10.12737/36516.
2. Skorochkin, Yu. P. & Vorontsov, V. A. (2021). Biologization of agriculture: definition, principles and directions for the development. *Agribusiness*. Retrieved from <https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsiipy-i-napravleniya-razvitiya> (in Russ.).
3. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Korzhavina, N. Yu. (2017). The state of the carbohydrate-amylase complex of winter wheat grain of different varieties depending on the ZHUSS minor and nitrogen fertilizers treatment. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 30–34 (in Russ.). doi: 10.12737/24518.
4. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Zaprometova, L. V. (2018). Grain particle size of the wheat protein depending on the use of organic fertilizers. *Innovative achievements of science and technology of agroindustrial complex '18: collection of scientific papers of the International scientific and practical conference*. (pp. 199–201). Kinel: PC Samara State Agricultural Academy (in Russ.).
5. Zudilin, S. N. & Chukhnina, N. V. (2021). Influence of innovative organic fertilizers on the yield of winter wheat in the Middle Volga forest-steppe region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2, 3–9 (in Russ.). doi: 10.12737/44164.
6. Zudilin, S. N. & Chukhnina, N. V. (2021). Influence of innovative organic fertilizers on the yield of winter wheat in the Middle Volga forest-steppe region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 6, 2, 3–9 (in Russ.).
7. Cherkasov, A. S. (2019). Accumulation of sugars and starch in winter wheat grain. *Modern problems of an agro-industrial complex '19: collection of scientific papers*. (pp. 24–27). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).
8. Bakaeva, N. P. & Korzhavina, N. Yu. (2017) Volga 86 and Svetoch winter wheat productivity and display of variety features when applying fertilizers. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 38–41 (in Russ.). doi: 10.12737/24520.

9. Labashov, E. S. (2019). Formation of winter wheat yield depending on ways of tillage, fertilizer use and viability of plants for harvesting. *Modern problems of an agro-industrial complex '19: a collection of scientific papers*. (pp. 28–30). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

10. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Tsarevskaya, V. M. (2018). Nitrogen dynamics and formation of wheat protein yield under various cultivation technologies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy*, 4, 3–9 (in Russ.). doi: 10.12737/23599.

11. Nikitenkova, O. E. (2019). Influence of tillage and fertilizer use on germination and viability of wheat after overwintering. *Modern problems of an agro-industrial complex '19: a collection of scientific papers*. (pp. 31–33). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

12. Bakaeva, N. P. (2021). The intensity of dead plant residues decay and humus accumulation in the soil with winter wheat crops. *Innovative directions of agrarian science at current '21: collection of articles of the All-Russian Scientific and practical Conference*. (pp. 18–22). Timiryazevsky (in Russ.).

13. Zaprometova, L. V. & Bakaeva, N. (2020). Influence of potassium humate on plant viability and winter wheat grain yield. *Innovative achievements of science and technology of an agroindustrial complex '20: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 29–33). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

14. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Nechaeva, E. H. (2021). Concentration ratios of starch and amylase in winter wheat grain under various cultivation. *Agrofizika (Agrophysica)*, 1, 19–26. doi: 10.25695/AGRPH.2021.01.04.

15. Trots, V. B., Akhmatov, D. A. & Trots, N. M. (2015). Influence of mineral fertilizers on heavy metals accumulation in the soil and grain crops phytomass. *Zernovoie hoziaistvo Rossii (Grain Economy of Russia)*, 1, 45–49 (in Russ.).

Информация об авторах

Н. П. Бакаева – доктор биологических наук, профессор;
Л. В. Запрометова – аспирант.

Information about the authors

N. P. Bakaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor;
L. V. Zaprometova – postgraduate student.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.03.2022; одобрена после рецензирования 10.04.2022; принята к публикации 20.04.2022.

The article was submitted 20.03.2022; approved after reviewing 10.04.2022; accepted for publication 20.04.2022.