

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.811:631

doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_30 EDN: SSZQQQ 

**АГРОТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НОВЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
НА ВЫСОКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И БЕЛКОВОСТЬ**

Наталья Павловна Бакаева¹✉, 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 продуктивности озимой пшеницы и получение высокобелковистого зерна путем применения агротехнологий возделывания с использованием органических удобрений. За годы проведения исследований в условиях лесостепи Среднего Поволжья при возделывании озимой пшеницы сорта Светоч выявлено, что органические удобрения способствовали прибавке урожая зерна озимой пшеницы на 10,2-11,5%. Добавление навоза максимально повысило урожайность (в среднем на 0,35 т/га). Использование вспашки в качестве основной обработки почвы привело к увеличению урожайности пшеницы, по сравнению с мелкой обработкой на 1,8% (0,6 ц/га), по сравнению с вариантом без механической обработки почвы – на 2,3% (0,8 ц/га). Максимальные значения массы 1000 зерен и стекловидности наблюдали по вспашке и с применением перепревшего навоза. Применение органических удобрений способствовало в среднем увеличению содержания белка на 9,0% по сравнению с вариантом без удобрений. Наивысший результат по содержанию белка был получен при вспашке с использованием в качестве удобрения навоза 15,1%. Значение суммы клейковинных фракций на варианте вспашка составляло в среднем 10,3%, что на 3% выше, чем на вариантах с мелкой и нулевой обработкой почвы. Наибольшее значение суммы проламинов и глютелинов было на варианте вспашка с применением навоза. За период проведения исследований самым эффективным вариантом по определению содержания белка в зерне с одного гектара оказался вариант вспашка и применение навоза, по сравнению со всеми другими вариантами.

Ключевые слова: озимая пшеница, обработка почвы, удобрения, урожайность, стекловидность, белок, клейковинные фракции.

Для цитирования: Бакаева Н. П., Запрометова Л. В. Агротехнология возделывания озимой пшеницы при применении новых органических удобрений на высокую продуктивность и белковость // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №2 С. 30–37. doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_30

AGRICULTURE

Original article

**AGROTECHNOLOGY OF WINTER WHEAT CULTIVATION DUE TO NEW ORGANIC
FERTILIZERS FOR HIGH PRODUCTIVENESS AND PROTEIN CONTENT**

Natalia P. Bakaeva¹✉, 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 the productiveness of winter wheat with high-protein grain by applying agricultural technologies of cultivation and organic fertilizers. Over the years of research under the conditions of the Middle Volga forest-steppe region during the Svetoch variety of winter wheat cultivation, it was revealed that organic fertilizers contributed to an increase of grain yield by 10.2-11.5%. Manure addition maximized the yield (by an average of 0.35 t/ha). Plowing as one-over tillage led to an increase of wheat yield, compared with surface tillage by 1.8% (0.6 c/ha), and without cultural practice – by 2.3% (0.8 c/ha). The maximum thousand grain weight and vitreousness were observed due to plowing and decomposed manure. Organic fertilizers contributed to an average increase of protein content by 9.0% compared to grain class cultivated without fertilizers. The highest protein content was due to plowing and using 15.1% of manure as fertilizer. Total gluten proteins due to the plowing averaged 10.3%, which is 3% higher as compare with surface and zero tillage. The greatest prolamins and glutelins were due to the plowing and manure. Plowing and manure use were the most effective for cultivation in regard to grain content per hectare compared with all other tillage variants.

Keywords: winter wheat, tillage, fertilizers, yield, vitreous, protein, gluten proteins.

For citation: Bakaeva, N. P. & Zaprometova, L. V. (2022). Agrotechnology of winter wheat cultivation due to new organic fertilizers for high productiveness and protein content. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 30–37 (in Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_2_30

Озимая пшеница обладает высоким потенциалом продуктивности [1]. В засушливые годы, когда продуктивность яровых культур невелика, возделывание озимой пшеницы способствует стабильности зернового хозяйства Средневолжского региона.

Одной из наиболее важных задач земледелия при выращивании зерновых культур является получение высококачественной продукции [2]. Продуктивность и качество зерна пшеницы зависят от погодных условий в период вегетации, предшественников, агротехнологий, вносимых удобрений и других факторов [3, 4, 5]. Органические удобрения подвергаются в почве постепенной минерализации и тем самым обеспечивают растения питательными веществами в течение всего периода вегетации. В следствие этого, органические удобрения оказывают наибольший эффект при внесении под озимые культуры [6, 7].

Озимая пшеница достаточно требовательна к почвенному плодородию, к содержанию в почве питательных веществ [8]. Большая часть (до $\frac{3}{4}$) внесенных органических удобрений минерализуется и усваивается растениями, другая гумифицируется и таким образом участвует в восполнении гумуса почвы.

Одним из основных элементов агротехнологии возделывания озимой пшеницы является система обработки почвы, учитывающая местные природные условия и определяющая эффективность земледелия [2, 6].

Качество зерна озимой пшеницы наряду с физико-химическими показателями во многом определяется биохимическим составом. Содержание белков, клейковинных фракций – наиболее важные показатели качества зерна, определяющие его пищевую ценность [9, 10].

Цель исследований – повышение продуктивности озимой пшеницы и получение высокобелкового зерна путем применения агротехнологий возделывания с использованием органических удобрений.

Задачи исследований – выявить влияние новых органических удобрений и навоза на урожайность и физико-химические показатели качества зерна озимой пшеницы полной спелости (стекловидность, масса 1000 зерен, содержание белка и клейковинных белковых фракций), определить эффективность удобрений по изученным параметрам и по выходу белка с одного гектара, применяя различные системы обработки почвы.

Материал и методы исследований. По наблюдениям метеостанции «Усть-Кинельская» погодные условия, сложившиеся за годы исследований, были контрастными. Метеорологические условия первого сельскохозяйственного года исследований для озимой пшеницы, требовательной к влаге, были благоприятными: ГТК – 1,09, период вегетации достаточно влажный. В 2018-2019 гг. ГТК – 0,49 и 0,52, соответственно, что значительно ниже среднееголетнего значения

гидротермического коэффициента (0,83). Несмотря на засушливый весенне-летний период, в целом погодные условия оказались благоприятными для озимой пшеницы.

Объект исследований – сорт озимой пшеницы Светоч, который относится к мягким сортам, характеризуется высокой зимостойкостью и среднеспелостью [3, 7, 9]. Посев проведен в начале сентября. Учетная площадь делянок 120 м², повторность трехкратная. Учет урожая проводили путем сплошной уборки комбайном учетной площади делянок в фазу полной спелости зерна. Урожай пересчитывали на 100% чистоту и 14% влажность. Перед уборкой отбирали снопы для определения технологических и биохимических параметров качества зерна озимой пшеницы сорта Светоч. Площадь делянок 25 м².

Опыт двухфакторный, изучалось влияние приемов основной обработки почвы на фоне применения органических удобрений [3, 6, 9]. Органические удобрения вносились под основную обработку почвы в эквивалентной дозе по азоту по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

№	Исследуемые факторы	
	Приемы основной обработки	Органические удобрения
1	Вспашка на 20-22 см	Без удобрений
2		Полуперепревший навоз, 30 т/га
3		Сухое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
4		Жидкое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
5		Биогумус ООО «Плодар»
6	Мелкая обработка тяжелой дисковой бороней на 10-12 см	Без удобрений
7		Полуперепревший навоз, 30 т/га
8		Сухое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
9		Жидкое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
10		Биогумус ООО «Плодар»
11	Без осенней механической обработки	Без удобрений
12		Полуперепревший навоз, 30 т/га
13		Сухое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
14		Жидкое органическое удобрение ООО «АгроПромСнаб»
15		Биогумус ООО «Плодар»

Отбор растений и зерна для аналитических исследований проводили по методикам А. И. Ермакова (1987), выделение белковых фракций – по Починку (1976), количественное содержание белка и фракций определяли колориметрическим методом по Г. А. Кочетову (1971) [2]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ ISO 520-2014 «Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен», стекловидность зерна – по ГОСТ 27839-88 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». Выход белка с одного гектара определяли расчетным методом. Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985) [5].

Результаты исследований. Продуктивность зерна и его качество зависят от сортовых особенностей озимой пшеницы, от метеорологических условий, способов обработки почвы, предшественников, вносимых удобрений и других факторов [10, 12].

Качество зерна определяется рядом показателей, характеризующих технологические и хлебопекарные свойства пшеницы. Показатель массы 1000 зерен рассматривают в совокупности с другими показателями качества, обязательно учитывают при оценке качества семенного зерна. Стекловидность зерна пшеницы можно рассматривать как косвенный показатель наличия белковых веществ в совокупности с запасным веществом крахмалом, как признак твердости зерна [7]. Содержание белка относится к наиболее важным показателям качества зерна, который определяет пищевую ценность. Хлебопекарные качества зерна зависят от суммы клейковинных фракций белка – проламинов и глютелинов [10]. По показателю выхода белка, учитывающему урожайность зерна и содержание белка в зерне с одного гектара, можно судить как об эффективности систем обработок почвы и применяемых органических удобрений, так и в целом, об агротехнологии.

Влияние приемов основной обработки почвы и удобрений на продуктивность зерновой культуры, на урожайность зерна озимой пшеницы, содержание белка и его клейковинных фракций,

выход белка с одного гектара, а также массу 1000 зерен и стекловидность представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность и показатели качества зерна озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, в среднем за период исследования

Изучаемые факторы		Урожайность зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Общий белок на 1 г зерна, %	Сумма клейковинных фракций, %	Выход белка, кг/га
Обработка почвы	Удобрения						
Вспашка на 20-22 см	Без удобрений	3,12	36,2	75,4	13,7	9,9	427,4
	Навоз, 30 т/га	3,51	39,4	78,8	15,1	10,9	530,0
	Сухое органическое удобрение	3,37	37,8	74,8	14,5	10,4	488,7
	Жидкое органическое удобрение	3,42	38,5	80,1	14,5	10,3	495,9
	Биогумус	3,42	39,2	76,8	14,3	10,2	489,1
Мелкая обработка на 10-12 см	Без удобрений	3,04	36,2	74,7	13,2	9,4	401,3
	Навоз, 30 т/га	3,39	39,2	76,8	14,4	10,4	488,2
	Сухое органическое удобрение	3,35	37,2	75,2	14,1	10,0	472,4
	Жидкое органическое удобрение	3,40	38,8	75,6	14,5	10,3	493,0
	Биогумус	3,35	38,6	76,4	14,1	9,9	472,3
Без механической обработки	Без удобрений	3,00	36,4	72,5	13,1	9,3	393,0
	Навоз, 30 т/га	3,29	39,0	77,8	14,6	10,7	480,3
	Сухое органическое удобрение	3,37	36,8	73,6	13,9	9,9	468,4
	Жидкое органическое удобрение	3,38	38,7	73,6	14,1	10,2	476,6
	Биогумус	3,37	38,4	75,4	14,5	10,1	488,7
Без удобрений, среднее		3,05	36,3	74,2	13,3	9,5	405,7
Навоз, среднее		3,40	39,2	77,7	14,7	10,7	499,8
Сухое органическое удобрение, среднее		3,36	37,3	74,5	14,2	10,1	477,1
Жидкое органическое удобрение, среднее		3,38	38,6	77,0	14,4	10,3	488,2
Биогумус, среднее		3,38	38,7	76,2	14,5	10,1	490,1

Согласно данным, представленным в таблице 2, урожайность зерна на неудобренном фоне в среднем составила 3,05 т/га. Вариант вспашка обеспечил получение 3,12 т/га, что превысило средний показатель.

В варианте с мелкой обработкой почвы значение оказалось таким же, а без механической обработки – меньшим, чем среднее по неудобренному фону. Значение урожайности озимой пшеницы по удобренному фону по всем изученным вариантам варьировало в пределах от 3,29 до 3,51 т/га. Вспашка в качестве основной обработки почвы привела к увеличению урожайности озимой пшеницы сорта Светоч, по сравнению с мелкой обработкой на 1,8% (0,6 ц/га), по сравнению с вариантом без механической обработки почвы на 2,3% (0,8 ц/га).

Значительного увеличения урожайности зерна в зависимости от систем обработок почвы в сложившихся метеоусловиях не было получено. Аналогичные показатели незначительного повышения урожайности зерна в зависимости от систем обработок почвы получали и другие исследователи ранее [3, 6].

Применение органических удобрений положительно сказалось на изменении урожайности озимой пшеницы. Увеличение показателя произошло на 10,2-11,5%, по сравнению с неудобренным фоном. Наиболее эффективно на показатели урожайности повлияло использование в качестве удобрения навоза, по сравнению с контролем урожайность в среднем возросла на 0,35 т/га (11,5%). Внесение жидкого органического удобрения и биогумуса в одинаковой мере, но в меньшей степени, повлияло на прибавку урожайности на 0,33 т/га (10,8%) и еще в меньшей мере оказало влияние сухое органическое удобрение – 0,31 т/га (10,2%).

Масса 1000 зерен характеризует крупность зерна. По данному показателю зерно пшеницы делят на четыре группы: свыше 30 г – высокая масса 1000 зерен, 25-30 г – выше средней, 22-25 г и ниже – средняя и менее средней. Масса 1000 зерен изменялась в диапазоне от 36,2 до 39,4 г. При вспашке на 20-22 см среднее значение этого показателя качества зерна составило 38,2 г, мелкой обработке на 10-12 см – 38 г, без механической обработки почвы – 37,9 г.

Стекловидность – один из важнейших показателей качества зерна пшеницы, определяющий консистенцию эндосперма, связан с размещением белковых веществ среди углеводов, обуславливает режим гидротермической обработки зерна и выход продукции. Зерна охарактеризуют как мучнистые, частично стекловидные и стекловидные.

Наиболее ценной является мука из стекловидного зерна. Консистенцию полученного зерна можно охарактеризовать как стекловидную (табл. 2). В зависимости от изучаемых факторов значения стекловидности изменялось в пределах от 72,5 до 81,7 %.

Максимальное увеличение стекловидности (на 8,3%) обнаружено при внесении жидкого органического удобрения при вспашке на 20-22 см. Применение удобрений способствовало увеличению средних значений стекловидности, и в большей степени оно проявилось при внесении навоза

(на 4,7%) и жидкого органического удобрения (3,8%). По вариантам удобрений прослеживается прямая зависимость между стекловидностью и содержанием белка в зерне озимой пшеницы.

Так, максимальные значения массы 1000 зерен наблюдали по вспашке (на уровне 39,0-39,4 г), несколько ниже – на 1,4 г – при мелкой обработке, и на 1,5 г меньше – без механической обработки почвы.

Проведенные исследования показали, что содержание белка в зерне озимой пшеницы различалось по вариантам обработки почвы. В среднем, при вспашке белковость зерна увеличилась по сравнению с контролем и мелкой обработкой почвы на 2,9 и 2,1%, соответственно, и составило 14,4 %. При мелкой обработке содержание белка составило в среднем 14,1%, что превысило на 0,7 % значение в варианте без удобрений.

Известно, что наиболее ценными фракциями белка являются высокомолекулярные фракции проламина и глютелина. Это клейковинные фракции, обуславливающие хлебопекарные свойства муки. Мелкая обработка почвы на 10-12 см не привела к изменению суммы проламинов и глютелинов, по сравнению с вариантом без механической обработки. Значение суммы клейковинных фракций на варианте вспашка составляло в среднем 10,3 %, что на 3% выше, чем на вариантах с мелкой и нулевой обработкой почвы.

При внесении органических удобрений сумма клековинных фракций была на 6,3-12,6% выше по сравнению с контролем без удобрений. Наибольшее значение суммы проламинов и глютелинов было на варианте вспашки с применением навоза.

По вариантам обработки почвы выход белка составил: 486,2 кг/га по вспашке на 20-22 см, 465,4 кг/га по мелкой обработке на 10-12 см, 461,4 кг/га без механической обработки. Максимальное значение выхода белка наблюдалось в варианте с навозом, что в среднем составило 499,8 кг/га и превысило значение в варианте без удобрений на 94,1 кг. По данному показателю, учитывающему урожайность зерна и содержание белка в зерне с одного гектара, можно судить о эффективности как систем обработок почвы, так и применяемых органических удобрений. За период проведения исследований самым эффективным вариантом оказался вариант вспашка на 20-22 см и применение навоза, по сравнению со всеми другими вариантами.

Так, применение органических удобрений способствовало в среднем увеличению содержания белка на 9,0% по сравнению с вариантом без удобрений. Наивысший результат по содержанию белка был получен при вспашке с использованием в качестве удобрения навоза (15,1%). Значение суммы клейковинных фракций на варианте вспашка составляло в среднем 10,3 %, что на 3% выше, чем на вариантах с мелкой и нулевой обработкой почвы. Наибольшее значение суммы проламинов и глютелинов было на варианте вспашка с применением навоза. За период проведенных исследований самым эффективным вариантом оказался вариант вспашка на 20-22 см и применение навоза, по сравнению со всеми другими вариантами.

Заключение. За годы проведения исследований в условиях лесостепи Среднего Поволжья при возделывании озимой пшеницы сорта Светоч выявлено, что органические удобрения способствовали прибавке урожая зерна озимой пшеницы на 10,2-11,5%. Добавление навоза повысило урожайность в среднем на 0,35 т/га (11,5%). Внесение жидкого органического удобрения и биогумуса в одинаковой мере, но в меньшей степени повлияло на величину урожайности – на 0,33 т/га (10,8%) и еще в меньшей мере оказало влияние сухое оргудобрение – 0,31 т/га (10,2%). Использование вспашки в качестве основной обработки почвы привело к увеличению урожайности озимой пшеницы сорта Светоч, по сравнению с мелкой обработкой на 1,8% (0,6 ц/га), по сравнению с вариантом без механической обработки почвы на 2,3% (0,8 ц/га). Применение органических удобрений способствовало в среднем увеличению содержания белка на 9,0% по сравнению с вариантом без удобрений. Наивысший результат по содержанию белка был получен при вспашке с использованием в качестве удобрения навоза (15,1%). Значение суммы клейковинных фракций на варианте вспашка составляло в среднем 10,3 %, что на 3% выше, чем на вариантах с мелкой и нулевой обработкой почвы. Наибольшее значение суммы проламинов и глютелинов наблюдали на варианте вспашка с применением навоза. За период проведения исследований самым эффективным вариантом оказался вариант вспашка на 20-22 см и применение навоза, по сравнению со всеми другими вариантами.

Максимальное значение массы 1000 зерен было по вспашке (до 39,4 г), несколько ниже (на 1,4 г) было при мелкой обработке, и на 1,5 г меньше в варианте без механической обработки почвы. Применение удобрений способствовало увеличению средних значений стекловидности, и в большей степени проявилось при внесении навоза (на 4,7%) и жидкого органического удобрения (3,8%).

Список источников

1. Ивченко В. К., Михайлова З. И. Влияние различных обработок почвы и средств интенсификации на продуктивность зерновых культур // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. №4 (127). С. 3–10.
2. Белоусова Н. В. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от системы обработки почвы и удобрений // Вклад молодых ученых в аграрную науку : Материалы международной научно-практической конференции. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021.
3. 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. EDN KUWMWE.
4. Салтыкова О. Л. Влияние плодородия почвы и систем её обработки на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы в лесостепи Заволжья // Вклад молодых учёных в аграрную науку : сборник научных трудов по результатам Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов. Самара : РИЦ Самарской ГСХА, 2013.
5. 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.
6. Чухнина Н. В., Зудилин С. Н. Структура урожая и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от органических удобрений в лесостепи среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. Т. 6, № 3. С. 9–15. EDN OQJZQK.
7. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Запрометова Л.В. Применение органических удобрений в агротехнологиях возделывания озимой пшеницы и их влияние на вынос азота, урожайность и белковость // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : Сборник научных трудов. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019.
8. Федорова А. Д. Влияние уровня азотного питания на продуктивность озимой пшеницы // Современные проблемы агропромышленного комплекса : Сборник научных трудов 72-й Международной научно-практической конференции. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2019.
9. 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.

10. Салтыкова О. Л., Зудилин С. Н. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 3–9.

11. Мамси́ров Н. И., Макаров А. А. Влияние способов основной обработки почвы и предшественников на продуктивность озимой пшеницы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. №2. С. 72–79.

12. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. Фермент-субстратные отношения крахмало-амилолитического комплекса и стекловидность зерна озимой пшеницы // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2019.

References

1. Ivchenko, V. K. & Mikhailova, Z. I. (2017). Influence of various soil treatments and means of intensification on the productiveness of grain crops. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Bulletin of KrasSAU)*, 4 (127), 3–10 (in Russ.).

2. Belousova, N. V. (2021). Productivity of fallow rotation depending on the system of tillage and fertilizers. Contribution of young scientists to agricultural science '21: *Materials of the international scientific and practical conference*. (pp. 19–21). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

3. Zudilin, S. N. & Chukhnina, N. V. (2021). Influence of innovative organic fertilizers on the yield of winter wheat cultivated in the Middle Volga forest-steppe region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 6, 2, 3–9. EDN KUWMWE. (in Russ.).

4. Saltykova, O. L. (2013). Influence of soil fertility and its cultivation systems on yield and biochemical indicators of winter wheat grain class in the Volga forest-steppe region. Endeavour of young scientists to agricultural science '13: *a collection of scientific papers based on the results of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, postgraduates, undergraduates and students*. (pp. 39–43). Samara: PC Samara State Agricultural Academy (in Russ.).

5. Zaprometova, L. V. & Bakaeva, N. P. (2020). Influence of lime humate on plant safety and grain yield of winter wheat. Innovative achievements of science and technology of agroindustrial complex '20: *Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference*. (pp. 29–33). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

6. Chukhnina, N. V. & Zudilin, S. N. (2021). Yield formula and winter wheat grain class depending on organic fertilizers cultivated in the Middle Volga forest-steppe region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 6, 3, 9–15. EDN OOJZQK. (in Russ.).

7. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Zaprometova, L. V. (2019). Dunging for agrotechnologies of winter wheat cultivation and their effect on nitrogen yield and protein content. Innovative technologies in field and softscape. '19: *Collection of scientific papers*. (pp. 32–37). Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev (in Russ.).

8. Fedorova, A. D. (2019). Influence of nitrogen status on winter wheat productivity. // Modern problems of the agro-industrial complex '19: *Collection of scientific papers of the 72nd International Scientific and Practical Conference*. (pp. 36–39). Kinel: PC Samara SAU (in Russ.).

9. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L. & Zaprometova, L. V. (2018). Grain particle size of wheat protein depending on dunging. 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.).

10. Saltykova, O. L. & Zudilin, S. N. (2020). Cultivation of winter wheat for obtaining high protein grain in the conditions of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–9 (in Russ.).

11. Mamsirov, N. I. & Makarov, A. A. (2020). Influence of methods of once-over tillage and first crops on winter wheat class. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN (News of the Kabardin-Balkar scientific center of RAS)*, 2, 72–79 (in Russ.).

12. Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2019). Enzyme-substrate relations of starch-splitting compound and winter wheat grain hardness. Innovative technologies in field and softscape. '19: *collection of articles on the materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference*. (pp. 37–42). Kurgan: Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev (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 22.03.2022; одобрена после рецензирования 10.04.2022; принята к публикации 20.04.2022.

The article was submitted 22.03.2022; approved after reviewing 10.04.2022; accepted for publication 20.04.2022.