

Научная статья

УДК 547.96 : 633.11. «321»:631.51: 632.51

doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-17-22

СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ЕГО ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА КИНЕЛЬСКАЯ ЮБИЛЕЙНАЯ

Наталья Павловна Бакаева^{1✉}, Ангелина Владимировна Егорцева²^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель¹ bakaevanp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>² avdoangelina@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-2428-0785>

Резюме. Цель исследования – изучить содержание общего белка и его отдельных фракций в зерне яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная для определения сбалансированности хозяйственного комплекса. Посев яровой пшеницы осуществлялся весной после вспашки на глубину 20-22 см, масса высеванных семян составила 180 кг/га. В среднем за годы исследования была получена урожайность зерна 2,59 т/га, величина массы 1000 зерен 39,2 г. Выделение из одного грамма зерна отдельных белковых фракций и определение в них белка показало, что в альбуминах содержится 37,1%, в глобулинах – 9,8%, в проламинах – 29,3%, в глютелинах – 23,8%. Полученные результаты отношения сумм низкомолекулярных фракций альбуминов и глобулинов к сумме высокомолекулярных проламинов и глютелинов составляют 1:1,1, а клейковинные белки проламиновой фракции к глютелиновой фракции как 1,2:1, что характеризует муку полученную из зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, как муку с высокими хлебопекарными свойствами. Определение содержания общего белка в зерне было равным 14,2%. Сумма сахаров в зерне оказалась равной 1,72%. Показатель эффективности поглощения азота и его использование в урожайности и белковости – это содержание азота в зерне, которое равнялось 2,42%. Значения выноса белка и азота с урожаем, а также азота с белком, и сумма сахаров взаимосвязанные показатели, дающие представление о балансе соотношения C: N, сопоставление между энергетическими продуктами, представленными углеродом, часто глюкозой, углеводами и материалом для построения белка, представленным азотом.

Ключевые слова: пшеница яровая, урожайность, зерно, масса 1000 зерен, белок, белковые фракции, сахара, азот.

Для цитирования: Бакаева Н. П., Егорцева А. В. Содержание белка и его отдельных фракций в зерне яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная // Известия Самарской государственной академии. 2024. Т. 9, № 4. С. 17-22. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-17-22

Original article

PROTEIN CONTENT AND ITS FRACTIONAL COMPOSITION IN THE GRAIN OF SPRING WHEAT OF THE KINELSKAYA JUBILEE VARIETY

Natalia P. Bakaeva^{1✉}, Angelina V. Yegortseva²^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel¹ bakaevanp@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>² avdoangelina@mail.ru, <http://orcid.org/0009-0005-2428-0785>

Abstracts. The purpose of the study is to study the content of total protein and its individual fractions in the grain of spring wheat of the Kinelskaya Jubilee variety to determine the balance of the economic complex. Sowing of spring wheat was carried out in the spring after plowing to a depth of 20-22 cm, the weight of the sown seeds was 180 kg /ha. On average, over the years of the study, a grain yield of 2.59 t/ha was obtained, the weight of 1000 grains was 39.2 g. The isolation of individual protein fractions from one gram of grain and the determination of protein in them showed that albumins contain 37.1%, globulins – 9.8%, prolamins – 29.3%, and glutelins – 23.8%. The obtained results show that the ratio of the sums of low molecular weight fractions of albumins and globulins to the sum of high molecular weight prolamins and glutelins is 1:1.1, and the gluten proteins of the prolamine fraction to the glutelin fraction is 1.2:1, which characterizes flour obtained from the grain of spring soft wheat of the Kinelskaya Jubilee variety as flour with high baking properties. The determination of the total protein content in the grain was equal to 14.2%. The amount of sugars in the grain turned out to be 1.72%. The indicator of the efficiency of nitrogen absorption and its use in yield and protein content is the nitrogen content in grain, which was 2.42%. The values of protein and nitrogen removal with harvest, as well as nitrogen with protein and the sum of sugars are interrelated indicators that give an idea of the balance of the C:N ratio, a comparison between energy products represented by carbon, often glucose, carbohydrates and protein building material represented by nitrogen.

Key words: spring wheat, yield, grain, weight of 1000 grains, protein, protein fractions, sugars, nitrogen.

For citation: Bakaeva, N. P. & Yegortseva, A. V. (2024). Protein content and its fractional composition in the grain of spring wheat of the Kinelskaya Jubilee variety. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*. 9, 4. 17-22. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-17-22

Яровая пшеница является одной из самых значимых продовольственных зерновых культур, которая даёт около 30% мирового производства зерна. Более половины населения Земли употребляют в пищу зерно пшеницы. Популярность её объясняется многообразным использованием ценного по качеству зерна. Одним из основных путей повышения пищевой и биологической ценности хлеба является внедрение в производство высококачественных сортов пшеницы, формирующих зерно с повышенным содержанием белка. Зерно яровой пшеницы кроме белков содержит углеводы, клетчатку, липиды, витамины, минералы, фитохимические и др. вещества, обеспечивающие здоровое питание человека [1].

Наиболее важными биохимическими показателями, по которым оценивают качество зерна, является содержание фракций в составе белка – альбумины, глобулины, проламины и глютелины. Альбумины и глобулины низкомолекулярные, хорошо растворимые белки образуются и накапливаются в начале формирования и при созревании зерна реутилизуются в состав высокомолекулярных фракций [2]. Проламины и глютелины высокомолекулярные белки относятся к запасным белкам, которые накапливаются в эндосперме и семядолях, служат при этом источником питательных веществ для прорастания семян, а также являются клейковинообразующими белками от их количества зависят хлебопекарные свойства муки и вкус выпекаемого хлеба [3].

По описанию, изучаемый сорт яровой пшеницы Кинельская Юбилейная характеризуется комплексной устойчивостью к стрессовым факторам, формирует крупное зерно с массой 1000 зерен до 39,4 г, с повышенным содержанием белка до 19,5%, при обычной агротехнике в Средневолжском регионе дает 22,5 ц/га. Отсюда, возделывание данного сорта по общепринятой технологии в лесостепи Среднего Поволжья, изучение фракционного состава, содержание белка и сахаров в зерне, а также показателей для определения сбалансированности хозяйственного комплекса яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная является актуальным.

Цель исследования: изучить содержание общего белка и его отдельных фракций в зерне яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная для определения сбалансированности хозяйственного комплекса.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлся сорт яровой мягкой пшеницы Кинельская Юбилейная, включенный в Реестр селекционных достижений РФ по Средневолжскому и Уральскому регионам с 2016 г. Сорт среднеспелый. Вегетационный период от всходов до восковой спелости составляет 76-83 дня. Высота растений 75 см, продуктивная кустистость в условиях недостаточного увлажнения в среднем 1,8. Сорт характеризуется высокой засухо- и жаростойкостью. Сорт устойчив к полеганию, осыпанию и прорастанию зерна на корню, а также к болезням. Характеризуется комплексной устойчивостью к стрессовым факторам. Формирует зерно со стекловидностью до 95 %, крупное с массой 1000 зерен до 39,4 г, выполненное с натурным весом до 824 г/л, с повышенным содержанием белка до 19,5% и клейковиной до 40,4%. При обычной агротехнике возделывания формирует зерно не ниже 3 класса. Предназначен для производства продовольственного зерна, отличается белой мукой и высокими вкусовыми качествами хлеба [4]. Средняя урожайность в Средневолжском регионе – 22,5 ц/га [5].

Исследовалось зерно в полной спелости и влажностью 14%, выращенное в 2022-2023 годах на опытном поле научно-исследовательской лаборатории «Агроэкология» Самарского ГАУ. Опытное поле расположено в центральной зоне Самарской области или южной части лесостепи Заволжья. Почва поля – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Данная почва имеет реакцию среды (pH) близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглотительную способность. Почва по своим физико-химическим и водным свойствам вполне отвечает требованиям успешного возделывания полевых культур. Рельеф поля выровненный [6].

Технология возделывания яровой мягкой пшеницы Кинельская Юбилейная общепринятая для Среднего Поволжья, в пятипольном севообороте: чистый пар (внесение азотных удобрений), озимая пшеница, горох (азотфиксация и накопление азота в почве), яровая пшеница, ячмень. Посев осуществлялся весной после вспашки на глубину 20-22 см и других принятых агротехникой мероприятий. Масса высеванных семян составила 180 кг/га.

Метеорологические условия на основе представленных данных Метеорологической станцией «Усть-Кинельская» в период проведения исследований характеризовались как контрастные с перепадами температур и осадков, однако позволяющие нормально выращивать яровые культуры.

Отбор снопов для определения урожайности (ГОСТ 13586.5- 2015 «Зерно. Метод определения влажности»), проводился на закрепленных площадках по 0,25 м² в четырех местах делянки по всем повторностям.

Белковые фракции выделялись по методу Починок Х. Н. (1976) [7], состоящего из последовательного растворения шрота, полученного из 1 г измельченного зерна, в соответствующих растворителях и полного осаждение многократным центрифугированием. Все процедуры были выполнены без потери количественной массы и измерения объемов при растворении. Были получены фракции водорастворимая альбуминовая, солерастворимая в 10% хлористом натрии – глобулиновая, труднорастворимая спиртовая в 70% этаноле – проламиновая и щелочерастворимая в 0,2% гидроксиде натрия – глютелиновая.

Количественное содержание белка во фракциях определяли колориметрическим методом по Г.А. Кочетову (1971) [8], микроопределением с использованием реактива Бенедикта на фотоколориметре КФК-2. С прибора снимали показания в экстинкциях (Е) и по калибровочному графику переводили в мг на 1 г зерна (шрота). Повторность аналитических методов выделения и определения трёхкратная.

Статистическая обработка данных и вычисление ошибки среднеквадратической с доверительным интервалом на 95% уровне значимости была произведена по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программы «STAT-1» [9].

Результаты исследований. Результаты определения содержания белка во фракциях в зерне яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание белка во фракциях в зерне яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, в среднем за период исследования

Фракционный состав белка	Е, в 1 г зерна	Содержание белка во фракциях, в мг / 1 г зерна	Содержание белка во фракциях, %
Альбумины	3,04	5,27±0,13	37,1
Глобулины	0,80	1,40±0,21	9,8
Проламины	2,37	4,16±0,18	29,3
Глютелины	1,93	3,38±0,16	23,8

Среди полученных фракций, альбумины и глобулины относятся к низкомолекулярным фракциям. Они образуются из аминокислот и накапливаются в зерне с начала его формирования. В процессе созревания, содержание этих фракций уменьшается. В дальнейшем происходит синтез и накопление запасных высокомолекулярных проламинов и глютелинов, их количество увеличивается за счет оттока азотистых веществ, главным образом аминокислот, из вегетативных органов и ранее образованных низкомолекулярных фракций. Известно, что около 2/3 белка в зерне пшеницы синтезируется в результате оттока (реутилизации) из вегетативных органов азотистых веществ, накопленных в них к началу цветения, а 1/3 – за счет потребления азота корневой системой в период формирования, налива и созревания зерна [10, 11]. Проведенное определение содержания белка во фракциях показало, что в зерне яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная в альбуминах содержится 37,1% белка, в глобулинах – 9,8%, в проламинах – 29,3%, в глютелинах – 23,8%.

Сумму проламинов и глютелинов называют клейковинными фракциями, так как их содержание обеспечивает её качество. От соотношения данных фракций белка в зерне и будет зависеть качество выпекаемого хлеба. Лучшим по хлебопекарным показателям будет соответствовать белок фракций если соотношение легорастворимых и труднорастворимых фракций будет относиться как 1:1 [12, 13]. Полученные результаты отношения сумм фракций альбуминов и глобулинов к сумме проламинов и глютелинов составляют 1:1,1. Отношение труднорастворимой фракции проламинов к щелочерастворимой фракции глютелинов также должно быть близким к 1:1 [13, 14]. В нашем случае из усредненных результатов за период исследования, отношение содержания белка во фракции проламинов к содержанию белка во фракции глютелинов составляет 1,2:1.

Так, усредненные результаты за период исследования величин содержания белка во фракциях альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов распределились следующим образом, отношение сумм низкомолекулярных к сумме высокомолекулярных относятся как 1:1,1; а клейковинных белков проламиновой фракции к глютелиновой фракции как 1,2:1. Такое соотношение фракций характеризует муку полученную из зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, как муку с высокими хлебопекарными свойствами.

Урожайность, содержание белка, суммы сахаров в зерне и показателей хозяйственного комплекса при возделывании яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, в среднем за два года представлены в таблице 2.

Таблица 2

Урожайность, содержание белка, суммы сахаров в зерне и показателей хозяйственного комплекса, в среднем за период исследования

Показатель	Величина	Статистическая обработка результатов
Урожайность в среднем, т/га	2,59	НСР ₀₅ = 1,23 ц/га, влияние фактора достоверно
Масса 1000 зерен, г	39,2	Коэффициент вариации C _v = 8,6%
Содержание белка в зерне, %	14,2	Коэффициент вариации C _v = 4,6%
Содержание суммы сахаров в зерне, %	1,72	Коэффициент вариации C _v = 6,6%
Содержание N в зерне, %	2,42	Коэффициент вариации C _v = 8,3%
Вынос белка с урожаем, т/га	0,368	Коэффициент вариации C _v = 1,6%
Общий вынос N урожаем, т/га	0,060	Коэффициент вариации C _v = 1,04%
Вынос азота с белком, %	1,18	Коэффициент вариации C _v = 3,1%

В среднем, урожайность зерна сорта Кинельская Юбилейная оказались на уровне 2,59 т/га, что оказалось больше приводимой в описании сорта на 3,4 ц/га. Масса 1000 зерен 39,2 г – оказалась сравнимой с приводимой в описании сорта и весьма высокой для зерновых яровых культур, показатель высокого усвоения азота после цветения в период формирования зерна, при котором обеспечивается увеличение массы зерна.

Зерно характеризовалось качественным показателем – содержанием общего белка, которое равнялось 14,2%, что оказалось меньше приводимой в описании сорта Кинельская Юбилейная на 5,3%. Меньшее значение содержания общего белка по сравнению с приводимой в описании сорта вероятно было обусловлено большей величиной урожайности, полученной в годы исследований. От содержания массовой доли белка в пшенице зависят питательная и товарная ценность, технологические и мукомольно-хлебопекарные свойства зерна, а также оценка качества зерна пшеницы. Содержание белка в зерне может варьироваться и зависит от многих факторов – погодных условий, содержания минеральных веществ в почве, сортовых особенностей пшеницы, соблюдения технологических условий при выращивании, водного баланса и др. [15, 16]. Зерно пшеницы распределяется на классы в зависимости от содержания белка, так, если содержание массовой доли белка 14,5%, в пересчете на сухое вещество, то его относят к первому классу. Определение суммы сахаров в зерне дало величину 1,72%. Содержание белка в зерне зависит от содержания минеральных веществ в почве, а точнее азотосодержащих и в дальнейшем – накопление азота в период созревания зерна. Содержание азота в зерне – это показатель эффективности поглощения азота и его использование в урожайности и белковости [17, 18]. Содержание азота в зерне составляет 2,42%, это достаточно для того, чтобы накопить 14,2-14,5% белка.

Значения выноса белка, азота с урожаем и азота с белком взаимосвязанные показатели, дающие представление о балансе соотношения C:N, сопоставление между энергетическими продуктами (представленными углеродом, часто глюкозой и суммой углеводов) и материалом для построения белка (представленным азотом) [19, 20].

Так, урожайность зерна, полученная за период изучения, оказалась на уровне 2,59 т/га, величина массы 1000 зерен 39,2 г, показатель высокого уровня усвоения азота после цветения при формировании зерна, что обеспечило полученную массу зерна. Содержание общего белка было равным 14,2%, по поэтому показателю распределяется зерно пшеницы на классы, что соответствует первому классу мягкой яровой пшеницы. Содержание белка в зерне зависит от содержания азотосодержащих минеральных веществ в почве и в дальнейшем – накопление азота в зерна в период его созревания. Содержание азота в зерне – это показатель эффективности поглощения азота и его использование в урожайности и белковости [21, 22]. Содержание азота в зерне составляет 2,42%, это достаточно для того, чтобы накопить 14,2-14,5% белка. Значения выноса белка и азота с урожаем, а также азота с белком взаимосвязанные показатели, дающие представление о балансе соотношения C:N, сопоставление между энергетическими продуктами (представленными углеродом, часто глюкозой и углеводами) и материалом для построения белка (представленным азотом).

Заключение. Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, полученная за период исследования, оказалась на уровне 2,59 т/га. Величина массы 1000 зерен – 39,2 г, показатель высокого уровня усвоения азота после цветения при формировании зерновки. Содержания белка во фракциях альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов распределилось следующим образом: отношение сумм низкомолекулярных к сумме высокомолекулярных относятся как 1:1,1; а клейковинных белков проламиновой фракции к глютелиновой фракции как 1,2:1, что характеризует муку полученную из зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная, как муку с высокими хлебопекарными свойствами. Содержание общего белка в зерне было равным 14,2%. Определение суммы сахаров в зерне – 1,72%. Показатель эффективности поглощения азота и его использование в урожайности и белковости – это содержание азота в зерне, которое равно 2,42%. Значения выноса белка и азота с урожаем, а также азота с белком взаимосвязанные показатели, дающие представление о балансе соотношения C:N, сопоставление между энергетическими продуктами (представленными углеродом, часто глюкозой и углеводами) и материалом для построения белка (представленным азотом).

Список источников

1. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L., Korzhavina, N. Y., & Prikazchikov, M. S. Economics of spring wheat production in the Middle Volga. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, Vol. 315, No. 2, p. 022056. IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/315/2/022056. EDN GLQLYV.
2. Егорцева, А. В. Динамика содержания минеральных форм азота и подвижной серы в почве при возделывании яровой пшеницы сорта Кинельская Юбилейная // Константиновские чтения : сборник научных трудов. Кинель, 2024. С. 163-168. EDN KKKSRK

3. Бакаева, Н. П. Влияние погодных условий, систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы / Н. П. Бакаева // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 12-19. doi: 10.12737/33173. EDN OXVYWS.
4. Починок, Х. Н. Методы биохимического исследования растений. Киев, 1976.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : ИД Альянс, 2011. 352 с.
6. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л., Нечаева Е. Х. Влияние азотсодержащих удобрений на азотный режим почвы, ростовые и продукционные процессы яровой пшеницы // Агрофизика. 2022. №. 2. С. 20-27. doi: 10.25695/AGRPH.2022.02.04. EDN CXYTBE.
7. Поползухина Н. А., Якунина Н. А., Баяхметова С. Е. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в различных экологических условиях // Евразийский Союз Ученых. 2014. №. 6-4. С. 137-139. EDN XGXITF.
8. Горянин О. И., Мадякин Е. В. Урожайность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в Поволжье // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №. 3 (63). С. 26-32. doi: 10.18286/1816-4501-2023-3-26-32. EDN RCMDAY.
9. Глуховцев, В. В., Санина Н. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Успехи современной науки и образования. 2015. № 4. С. 13-16. EDN VBSAPT.
10. Волков С. А., Тамбовский М. А. Экологическая оценка зерна яровой пшеницы по некоторым показателям качества // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК—продукты здорового питания. 2020. № 4. С. 110-115. EDN IZOJEB.
11. Исайчев В. А., Андреев Н. Н. Влияние некорневой подкормки препаратом Мегамикс на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Нива Поволжья. 202. № 4 (57). С. 9-15. doi: 10.36461/NP.2020.57.4.002. EDN BOJVVD.
12. Демина, И. Ф. Физические и мукомольные показатели качества зерна сортов мягкой яровой пшеницы // Сурский вестник. 2019. № 4(8). С. 9-12. EDN WNXMVC.
13. Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Бекетова Г. А., Андреева Л. В. Аспекты качества зерна яровой мягкой пшеницы // Зернобобовые и крумяные культуры. 2023. № 2(46). С. 117-124. doi: 10.24412/2309-348X-2023-2-117-124. EDN POOTZD.

References

1. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L., Korzhavina, N. Y., & Prikazchikov, M. S. (2019, August). Economics of spring wheat production in the Middle Volga. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 315, 2, 022056). IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/315/2/022056. EDN GLQLYV.
2. Yegortseva, A. V. (2024) Dynamics of the content of mineral forms of nitrogen and mobile sulfur in the soil during the cultivation of spring wheat of the Kinelskaya Yubileynaya variety. *Konstantinovskiy readings'24* : collection of scientific papers. (pp. 163-168). Kinel. EDN KKKSRK. (in Russ)
3. Bakaeva, N. P. (2019). Influence of weather conditions, tillage systems, and fertilizers on the crop structure and grain quality of spring wheat. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, (4), 12. doi: 10.12737/33173. EDN OXVYWS. (in Russ).
4. Pochinok, H. N. (1976) Methods of biochemical research of plants. Kiev. (in Russ)
5. Dospekhov, B. A. (2011) Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). – Moscow : Alliance Publishing House. (in Russ)
6. Bakaeva, N. P., Saltykova, O. L., & Nechaeva, E. Kh. (2022). Influence of nitrogen-containing fertilizers on the nitrogen regime of the soil, growth and production processes of spring wheat. *Agrofizika (Agrophysics)*. 2. 20-27. doi: 10.25695/AGRPH.2022.02.04. EDN CXYTBE. (in Russ)
7. Popolzhukhina, N. A., Yakunina, N. A., & Bayakhmetova, S. E. (2014). Formation of grain quality of spring soft wheat in various ecological conditions. *Evrazijskij Soyuz Uchenyh (Eurasian Union of Scientists)*, 6-4, 137-139. (in Russ). EDN XGXITF.
8. Goryanin, O. I., & Madyakin, E. V. (2023). Grain yield and quality of new varieties of spring wheat in the Volga region. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii (Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy)*, 3 (63), 26-32. doi: 10.18286/1816-4501-2023-3-26-32. EDN RCMDAY. (in Russ).
9. Glukhovtsev, V. V. & Sanina, N. V. (2015). The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of spring wheat grain. *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya (Successes of modern science and education)*, 4, 13-16. EDN VBSAPT. (in Russ).
10. Volkov, S. A., & Tambovsky, M. A. (2020). Ecological assessment of spring wheat grain by some quality indicators. Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex-healthy food products, 4, 110-115. EDN IZOJEB. (in Russ).
11. Isaichev, V. A., & Andreev, N. N. (2020). Effect of foliar top dressing with Megamix on the yield and grain quality of spring wheat. *Niva Povolzh'ya (Niva of the Volga region)*, 4 (57), 9-15. doi: 10.36461/NP.2020.57.4.002. EDN BOJVVD. (in Russ).
12. Demina, I. F. (2019) Physical and milling indicators of grain quality of varieties of soft spring wheat. *Sursky vestnik*, 4(8), 9-12. EDN WNXMVC. (in Russ).

13. Kulevatova, T. B., Zlobina, L. N., Beketova, G. A. & Andreeva L. V. (2023). Aspects of grain quality of spring soft wheat. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury (Legumes and cereals)*, 2(46), 117-124. doi: 10.24412/2309-348X-2023-2-117-124. EDN POOTZD. (in Russ).

Информация об авторах

Н. П. Бакаева – доктор биологических наук, профессор;
А. В. Егорцева – аспирант.

Information about the authors

N. P. Bakaeva – Doctor of Biological Sciences, professor;
A. V. Egortseva – graduate 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 7.09.2024; одобрена после рецензирования 18.09.2024; принята к публикации 16.10.2024.
The article was submitted 7.09.2024; approved after reviewing 18.09.2024; accepted for publication 16.10.2024.