

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

О.А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

Н.С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

Н.Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

М.М. Копусь, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

Д.М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Представлены результаты изучения SDS-седиментации и показателей качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании из научных учреждений РФ, Украины и Франции. Исследовательскую работу проводили в 2017–2019 гг. на поле лаборатории селекции озимой мягкой пшеницы, предшественник – кукуруза на зерно. Цель исследований заключалась в оценке SDS-седиментации, содержания белка в зерне, количества и качества клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы межстанционного сортоиспытания, для последующего вовлечения лучших образцов в селекционный процесс, направленный на повышение качества зерна. Показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна с помощью ИК-спектроскопии на анализаторе SpektraStar 2200. Было выявлено, что большинство образцов по уровню SDS-седиментации соответствовали сильной пшенице (50–63 мл). Выделены генотипы с наибольшими значениями данного признака, такие как Шеф (58 мл), Находка (59 мл) и Дон 107 (61 мл). Наибольшее содержание клейковины в зерне отмечено у сортов Дон 107, Шеф, Кавалерка, Тимирязевка 150 и Находка (25,5–26,2%). Определены сорта с наибольшим содержанием белка в зерне: Дон 107, Шеф, Аксинья, Находка и Тимирязевка 150 (12,5–12,8%). По комплексу изучаемых признаков выделены сорта Дон 107, Шеф, Находка и Тимирязевка 150, которые рекомендуется привлекать в селекционный процесс в качестве родительских форм.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, SDS-седиментация, белок, клейковина, качество.

Для цитирования: Некрасова О.А., Кравченко Н.С., Игнатьева Н.Г., Копусь М.М., Марченко Д.М. Седиментационная оценка и показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 35–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-35-40.



ESTIMATION OF SEDIMENTATION AND GRAIN QUALITY INDICATORS OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES

O.A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

N.S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

N.G. Ignatieva, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

M.M. Kopus, Doctor of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

D.M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-6183-8312
Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zemograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of SDS-sedimentation and grain quality indicators of the winter bread wheat varieties in an interstation variety testing from the research institutions of the Russian Federation, Ukraine and France. The research work was carried out in 2017–2019 in the field of the laboratory for breeding winter bread wheat, the forecrop was maize for grain. The purpose of the research was to estimate SDS-sedimentation, protein percentage in grain, quantity and quality of gluten in the winter bread wheat varieties of interstation variety testing, for the subsequent introduction of the best samples in the breeding process aimed at improving grain quality. Grain quality indicators of the winter bread wheat varieties were identified in the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality using IR spectroscopy on 'SpektraStar 2200' analyzer. There was established that

according to the SDS-sedimentation most of the samples corresponded to strong wheat (50–63 ml). There have been identified the genotypes with the highest values of this trait, such as 'Shef' (58 ml), 'Nakhodka' (59 ml) and 'Don 107' (61 ml). The largest gluten content in grain was identified in the varieties 'Don 107', 'Shef', 'Kavalerka', 'Timiryazevka 150' and 'Nakhodka' (25.5–26.2%). The largest protein percentage in grain has been identified in the varieties 'Don 107', 'Shef', 'Aksinya', 'Nakhodka' and 'Timiryazevka 150' (12.5–12.8%). The varieties 'Don 107', 'Shef', 'Nakhodka' and 'Timiryazevka 150' were identified according to the studied traits and were recommended to be involved in the breeding process as parental forms.

Keywords: winter bread wheat, SDS-sedimentation, protein, gluten, quality.

Введение. Пшеница в нашей стране остается одним из главных источников пищевого растительного белка в ближайшие годы и в перспективе (Марченко и др., 2016; Некрасов и др., 2018).

Ценность пшеницы как пищевой культуры заключается в возможности получения пышного ароматного хлеба. Хлебопекарные достоинства пшеничного зерна зависят от качества белкового комплекса. Именно способность формирования эластичной, растяжимой клейковины, а не особые пищевые достоинства зерна оказали влияние на широкое распространение этой сельскохозяйственной культуры.

Важная роль в улучшении качества зерна принадлежит селекции. Особое внимание в селекционных программах, над выполнением которых работают научно-исследовательские учреждения, уделяется созданию высокобелковых продуктивных сортов (Сыздыкова, 2018; Nekrasova, 2021).

При осуществлении целенаправленной селекционной работы на улучшение качества зерна важными аспектами являются учет закономерностей наследования показателей качества, величина влияния происхождения родительских форм на их передачу, комбинационная способность скрещиваемых сортов и др. Выбор предшественника также оказывает большое влияние на выраженность качественных показателей зерна озимой мягкой пшеницы (Абугалиева, 2018).

Представленная работа проводилась для оценки SDS-седиментации, содержания белка в зерне, количества и качества клейковины в зерне сортов озимой мягкой пшеницы межстанционного сортоиспытания, с целью выделения лучших образцов для последующего вовлечения их в селекционный процесс, направленный на повышение качества зерна.

Материалы и методы исследований.

Объектами исследований были 24 сорта озимой мягкой пшеницы межстанционного сортоиспытания из научных учреждений РФ, Украины и Франции. Исследования проводили в 2017–2019 гг. на поле лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, предшественник – кукуруза на зерно.

Почва опытного участка представляет собой обыкновенный чернозем с содержанием гумуса 3,6–4,0%, имеет сильно выраженную карбонатность.

Климат – зона неустойчивого увлажнения с преобладанием засушливых лет. Среднегодовое количество осадков – 588,8 мм, среднегодовая температура – +9,7 °С.

В 2017 году наблюдался пониженный температурный режим (+15,9 °С при среднемно-

голетней норме + 16,4 °С) и оптимальное количество осадков в мае 54,3 мм (при среднемноголетней 51,3 мм), что благоприятно повлияло на рост и развитие растений озимой пшеницы. Температурный режим в июне был на уровне среднемноголетней нормы +20,8 °С, выпало 88,6 мм осадков при норме 71,3 мм.

В 2018 году период «колошение – созревание» протекал при повышенном температурном режиме в мае – июне +21,5 °С. За текущий период выпало 16,9 мм осадков (13,8% от нормы).

Формирование зерна в 2019 году проходило в условиях повышенных температур – +22,1 °С (при среднемноголетних значениях +16,4 °С). Количество осадков в этот период было 74,7 мм, что составило 60,9% от среднемноголетней нормы.

Показатели качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы определяли в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской» с помощью ИК-спектроскопии на анализаторе SpektraStar 2200, содержание белка в зерне – в соответствии с Межгосударственным стандартом «Зерно и продукты его переработки» (ГОСТ 108460-91); содержание и качество клейковины – в соответствии с Национальным стандартом Российской Федерации «Методы определения количества и качества клейковины в пшенице» (ГОСТ 54478-2011), величину седиментационного осадка – по методике в изложении М.М. Копусь (2010). Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014).

Результаты и их обсуждение. При оценке качества зерна озимой пшеницы в селекционных программах может использоваться метод определения числа седиментации. Данное исследование позволяет охарактеризовать набухаемость частей муки и скорость их осаждения в растворах слабых органических кислот.

По данным селекционеров В.П. Нецветаева и др. (2010), М.А. Лещенко (2015), между числом седиментации имеется достоверная сопряженность с основными показателями качества генотипов озимой пшеницы.

За годы исследований (2017–2019 гг.) варьирование величины признака «SDS-седиментация» у сортов озимой мягкой пшеницы находилось в пределах от 49,0 мл (Дуплет) до 61,0 мл (Дон 107).

Средний уровень SDS-седиментации (45–49 мл) отмечен у образцов Дуплет, Чорнява и Степь (49 мл). Большинство сортов по уровню изучаемого признака соответствовали сильной пшенице (50–63 мл) (см. таблицу).

Характеристика сортов озимой мягкой пшеницы по SDS-седиментации, содержанию и качеству клейковины (2017–2019 гг.)
Characteristics of the winter bread wheat varieties according to SDS-sedimentation, gluten content and quality (2017–2019)

Сорт	Страна происхождения	SDS-седиментация, мл	Содержание клейковины в зерне, %	Качество клейковины в ед. ИДК
Дон 107	Россия	61	25,5	61
Зерноградка 11	Россия	55	24,9	65
Аксинья	Россия	58	25,0	75
Находка	Россия	59	26,2	65
Этюд	Россия	57	25,6	57
Шеф	Россия	58	25,8	61
Ермак	Россия	56	24,2	64
Аскет	Россия	56	25,3	73
Изюминка	Россия	50	23,1	69
Лилит	Россия	51	23,3	68
Капризуля	Россия	54	24,1	73
Краса Дона	Россия	51	24,7	65
Лауреат	Россия	54	24,3	66
Алексеич	Россия	51	23,9	62
Степь	Россия	49	24,4	72
Кавалерка	Россия	50	25,8	77
Дуплет	Россия	49	22,2	85
Донмира	Россия	56	22,5	60
Октава 15	Россия	58	23,6	56
Тимирязевка 150	Россия	51	26,1	73
Чорнява	Украина	49	23,1	76
Солоха	Украина	50	23,8	81
СО 911	Франция	52	22,9	60
ХЕ 9710	Франция	58	24,3	68
НСР _{0,5}	–	5	2	3

Были выделены генотипы с наибольшими значениями, такие как Шеф (58 мл), Находка (59 мл) и Дон 107 (61 мл). Анализ данных, представленных в таблице, показал, что величина признака «SDS-седиментация» у этих сортов отражает величину такого важного показателя, как содержание клейковины в зерне.

Варьирование по содержанию клейковины в зерне сортов в межстанционном испытании за годы исследований отмечено в пределах от 22,2% (Дуплет) до 26,2% (Находка). Выявлено, что требованиям ГОСТ для четвертого класса качества (не менее 18%) соответствовали три сорта. Остальные образцы относились к третьему классу качества по ГОСТ (не менее 23,0%). Выделились сорта Дон 107, Шеф, Кавалерка, Тимирязевка 150 и Находка. Эти генотипы сформировали наибольшее количество клейковины в зерне – 25,5–26,2%.

Для того чтобы установить сопряженность SDS-седиментации и содержания клейковины в зерне был проведен корреляционный анализ. Было выявлено, что между изучаемыми показателями существует средняя положительная взаимосвязь ($r = 0,46 \pm 0,14$) (рис. 1).

Большинство изученных сортов характеризовались ИДК на уровне I–II класса качества (43–77 ед. п.) – от 56,6 ед. п. (Октава 15) до 77 ед. п. (Кавалерка). Образцы Солоха (81 ед. п.) и Дуплет (85 ед. п.) соответствовали II классу качества.

На рисунке 2 представлено варьирование содержания белка в зерне у изучаемых сортов. В среднем за годы исследований оно находилось в пределах от 11,4% (СО 911) до 12,8% (Находка и Тимирязевка 150).

В ходе исследования выявлено, что по содержанию белка в зерне (не менее 10%) к четвертому классу качества относилось 9 сортов. Большинство образцов соответствовали третьему классу (не менее 12,0%), в том числе сорта Дон 107, Шеф, Аксинья, Находка, Тимирязевка 150, сформировавшие наибольшее количество белка в зерне (12,5–12,8%).

После проведения корреляционного анализа между SDS-седиментацией и содержанием белка в зерне установлена достоверная средняя положительная связь ($r = 0,56 \pm 0,15$), что иллюстрирует рисунок 3.

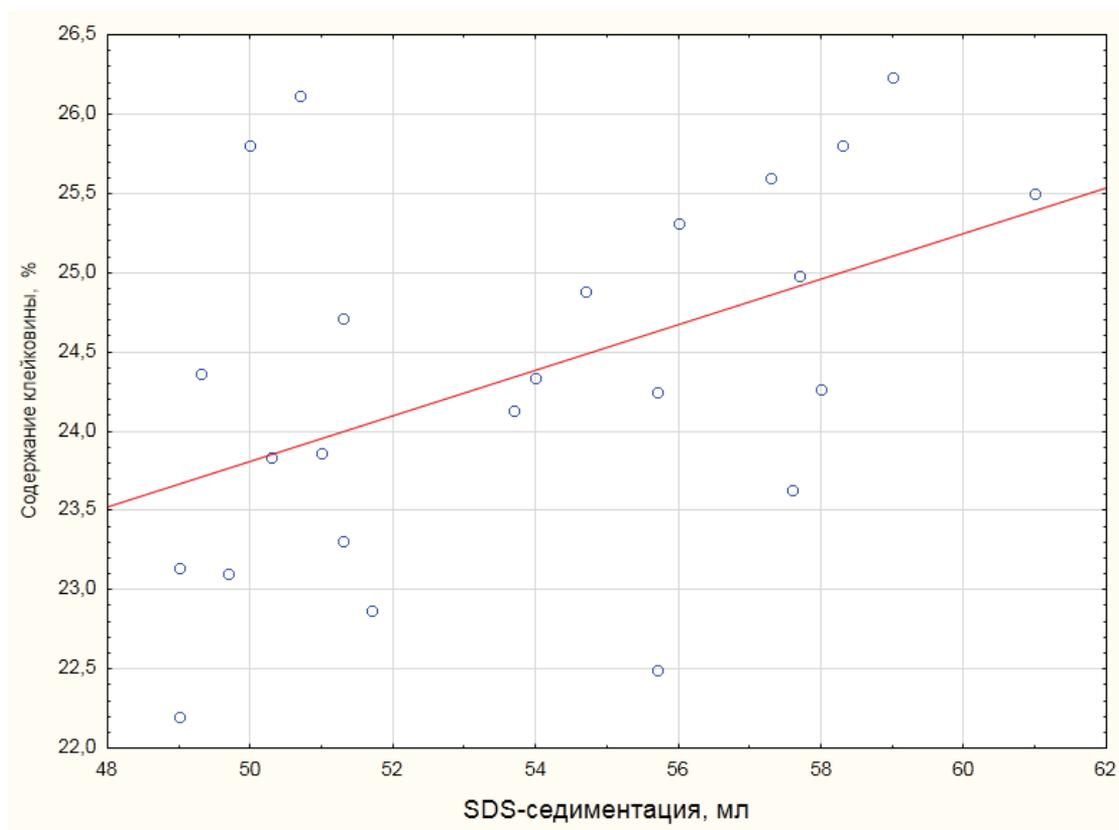


Рис. 1. Взаимосвязь между признаками «SDS-сидиментация» и «содержание клейковины в зерне» у сортов озимой мягкой пшеницы

Fig. 1. The correlation between the traits 'SDS-sedimentation' and 'gluten content in grain' in the winter bread wheat varieties

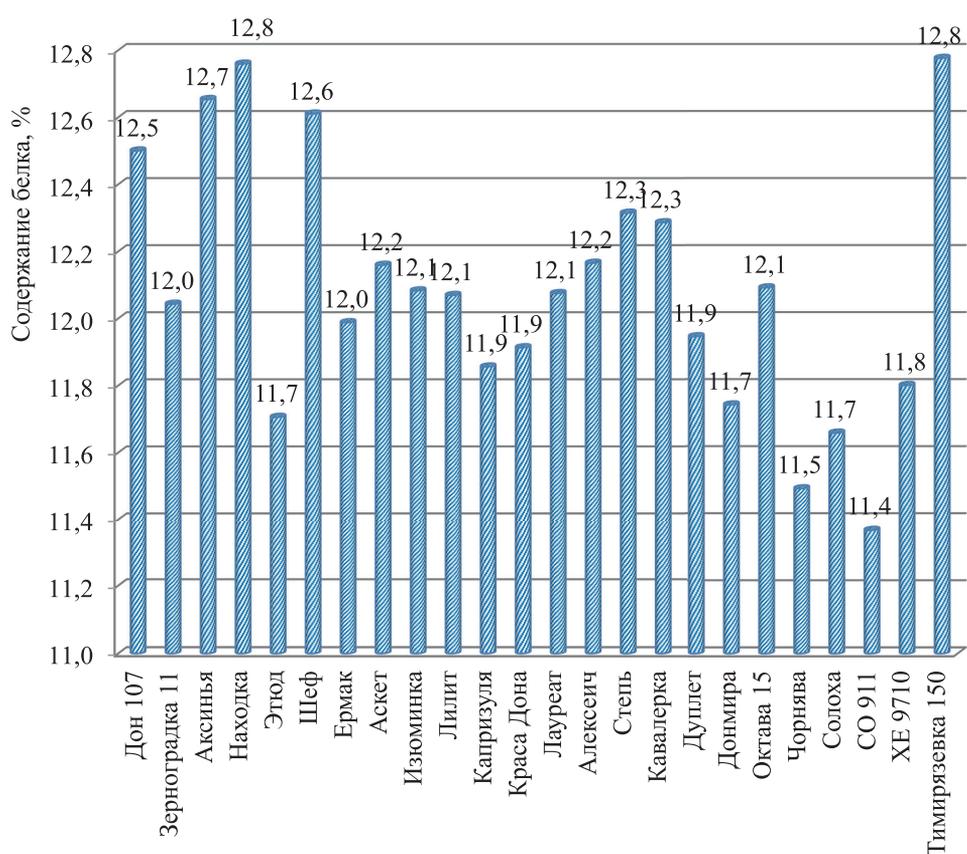


Рис. 2. Содержание белка в зерне сортов озимой мягкой пшеницы (2017–2019 гг.)

Fig. 2. Protein percentage in grain of the winter bread wheat varieties (2017–2019)

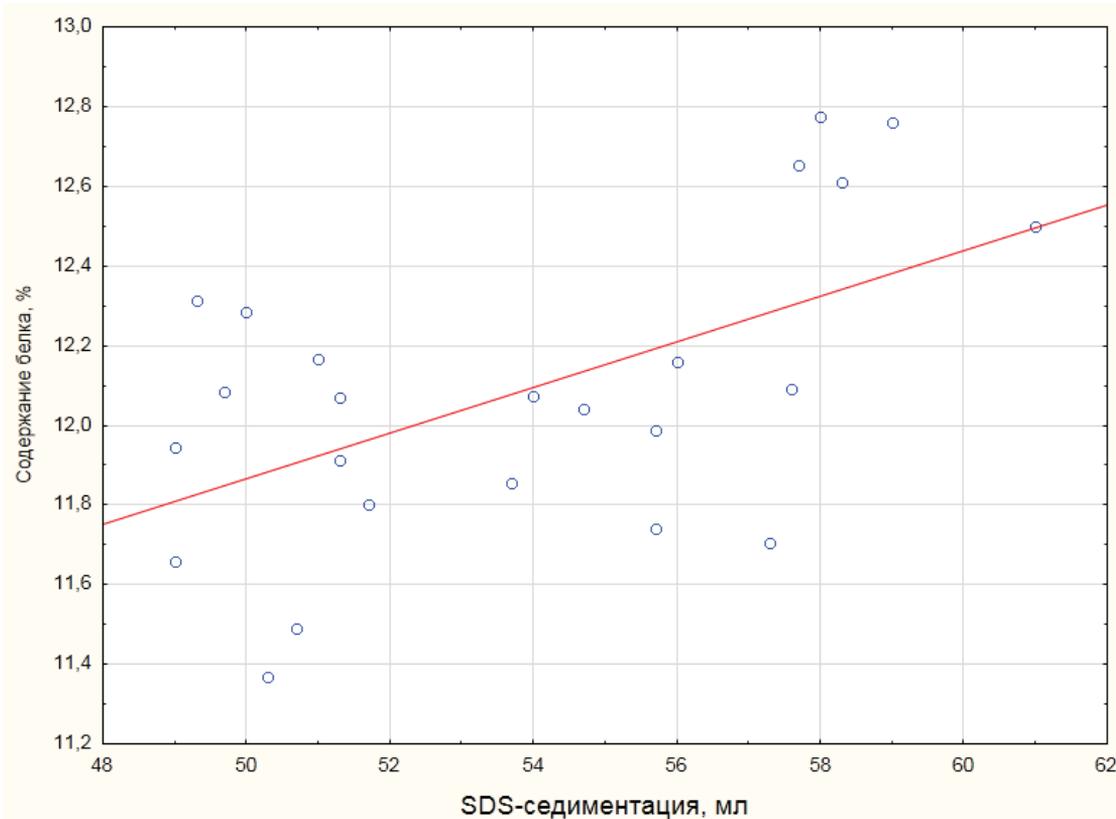


Рис. 3. Взаимосвязь между признаками «SDS-сидиментация» и «содержание белка в зерне» у сортов озимой мягкой пшеницы

Fig. 3. The correlation between the traits 'SDS-sedimentation' and 'protein percentage in grain' in the winter bread wheat varieties

Выводы. В результате изучения сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании было выявлено, что большинство образцов по уровню SDS-сидиментации соответствовали сильной пшенице (50–63 мл). Выделены генотипы с наибольшими значениями данного признака, такие как Шеф (58 мл), Находка (59 мл) и Дон 107 (61 мл).

Наибольшее содержание клейковины в зерне отмечено у сортов Дон 107, Шеф, Кавалерка, Тимирязевка 150 и Находка (25,5–26,2%).

По содержанию белка в зерне выделены сорта Дон 107, Шеф, Аксинья, Находка, Тимирязевка 150 (12,5–12,8%).

По комплексу изучаемых признаков выделены сорта Дон 107, Шеф, Находка и Тимирязевка 150, которые рекомендуется привлекать в селекционный процесс, направленный на повышение качества зерна озимой мягкой пшеницы.

Библиографические ссылки

1. Абугалиева А.И., Савин Т.В. Биохимический состав и технологическая оценка зерна интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы с участием различных видов *Triticum* и *Aegilops* // Вавилонский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(3). С. 353–362. DOI: 10.18699/VJ18.371.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5 изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Копусь М.М., Нецветаев В.П., Копусь Е.М. и др. Экспресс-методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 19–21.
4. Лещенко М.А. Взаимосвязь показателя SDS-сидиментации с основными признаками качества зерна озимой твердой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 1. С. 20–23.
5. Марченко Д.М., Филенко Г.А., Некрасов Е.И. Семеноводство озимой пшеницы в Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 11. С. 57–59.
6. Некрасов Е.И., Марченко Д.М., Рыбась И.А. и др. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 46–49. DOI: 10.31.367/2079-8725-2018-60-6-46-49.
7. Нецветаев В.П., Лютенко О.В., Пащенко Л.С., Попкова И.И. оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-сидиментацией // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 3. С. 63–70.
8. Сыздыкова Г.Т., Середа С.Г., Малицкая Н.В. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы по адаптивности к условиям степной зоны Акмолинской области Казахстана // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 1. С. 103–110. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.103rus.

9. Nekrasova O.A., Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop // E3S Web of Conferences. 2021. V. 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127301027>.

References

1. Abugalieva A.I., Savin T.V. Biohimicheskij sostav i tekhnologicheskaya ocenka zerna introgressivnyh form ozimoy myagkoj pshenicy s uchastiem razlichnyh vidov Triticum i Aegilops [Biochemical composition and technological estimation of grain of introgressive winter bread wheat forms with the participation of various species of Triticum and Aegilops] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. № 22(3). S. 353–362. DOI: 10.18699/VJ18.371.

2. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. 5 izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.

3. Kopus' M.M., Necvetaev V.P., Kopus' E.M. i dr. Ekspress-metody ocenki selekcionnogo materiala pshenicy po kachestvu zerna [Express methods for estimating wheat breeding material according to grain quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 1. S. 19–21.

4. Leshchenko M.A. Vzaimosvyaz' pokazatelya SDS-sedimentacii s osnovnymi priznakami kachestva zerna ozimoy tverdoj pshenicy [Correlation between the SDS-sedimentation index and the main traits of grain quality of the winter durum wheat] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. № 1. S. 20–23.

5. Marchenko D.M., Filenko G.A., Nekrasov E.I. Semenovodstvo ozimoy pshenicy v Rostovskoj oblasti [Seed production of winter wheat in the Rostov region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. T. 30. № 11. S. 57–59.

6. Nekrasov E.I., Marchenko D.M., Rybas' I.A. i dr. Izuchenie urozhajnosti i elementov ee struktury u sortov ozimoy myagkoj pshenicy po predshestvenniku podsolnechnik [The study of productivity and elements of its structure of winter bread wheat varieties sown after sunflower] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 46–49. DOI: 10.31.367/2079-8725-2018-60-6-46-49.

7. Necvetaev V.P., Lyutenko O.V., Pashchenko L.S., Popkova I.I. ocenka kachestva zerna myagkoj pshenicy SDS-sedimentaciej [Estimation of the grain quality of bread wheat according to SDS-sedimentation] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2010. № 3. S. 63–70.

8. Syzdykova G.T., Sereda S.G., Malickaya N.V. Podbor sortov yarovoj myagkoj pshenicy po adaptivnosti k usloviyam stepnoj zony Akmolinskoj oblasti Kazahstana [Selection of spring bread wheat varieties according to adaptability to the conditions of the steppe zone of Akmola region of Kazakhstan] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2018. T. 53. № 1. S. 103–110. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.103rus.

9. Nekrasova O.A., Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop // E3S Web of Conferences. 2021. V. 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127301027>.

Поступила: 9.08.21; принята к публикации: 23.08.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Некрасова О.А. – концептуализация исследований, выполнение лабораторных опытов, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Кравченко Н.С., Игнатьева Н.Г. Копусь М.М. – выполнение лабораторных опытов и анализ данных; Марченко Д.М. – анализ данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.