

РОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ФОРМИРОВАНИИ КЛЕЙКОВИНЫ  
У ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.В. КЕЛЕР, Т.Г. ОВЧИННИКОВА

(ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»)

*В статье анализируются результаты исследований по оценке роли погодных условий в формировании клейковины в зерне яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. Работа выполнялась по результатам опытов, проведенных в учебном хозяйстве «Миндерлинское» ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» в 2013–2021 гг.*

*На современном этапе в Сибири поставить знак равенства между высокими урожаями и хорошими качествами зерна удастся не всегда. Чаще здесь наблюдается отрицательная тенденция. В годы с обильными осадками, но с малым количеством тепла получают высокие урожаи зерна, но пониженного качества. В сухие годы собирают низкие урожаи с высоким содержанием клейковины в зерне. Наиболее качественное зерно хозяйства сдают в засушливых степных районах. Трудно получить зерно сильной и ценной пшеницы в северной лесостепи и предгорных районах, хотя это возможно.*

*В ходе исследований были поставлены задачи по оценке сортов мягкой яровой пшеницы, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, возделываемых в лесостепи Красноярского края, на содержание клейковины и ее стабильности по годам. Определены связи данного показателя с температурным фактором, воздействие влагообеспеченности за период вегетации и ее вклад в содержание количества клейковины у мягкой яровой пшеницы, а также оценено влияние гидротермического коэффициента по месяцам на вышеуказанный признак.*

*Установлено, что количественное среднее содержание клейковины у исследуемых сортов варьируется от 29 до 33, а ее максимальное количество формируется у сортов Новосибирская 15 и Новосибирская 29 (35%). Исследование корреляционных связей содержания клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы с теплообеспеченностью периода вегетации выявило их положительную благоприятную роль между количеством глютена и среднемесячными температурами. Характер связей между осадками и данным признаком был отрицательным.*

**Ключевые слова:** пшеница, клейковина, осадки, ГТК, температура, глютен, *Triticum aestivum L.*, качество муки, качество зерна, качество хлеба.

**Введение**

Яровая пшеница является основной культурой в Красноярском крае – крупнейшем производителе продовольственного зерна в Восточной Сибири, имеющего разностороннее использование в народном хозяйстве [15]. Почвенно-климатические условия большей территории края позволяют получать зерно яровой пшеницы наиболее высокого качества с хорошими технологическими свойствами [16]. «Наличие неблагоприятных факторов среды в Красноярском крае, разнообразие

почвенно-климатических зон, сложность и непредсказуемость погодных условий в период вегетации, участвовавшие климатические аномалии затрудняют получение высокого и постоянного урожая с высоким качеством зерна» [13, 14]. Средняя урожайность по краю за последнее десятилетие варьировала от 2,5 до 3,3 т/га [1, 3]. «Климатическая составляющая во многих районах Красноярского края является превосходящей в нестабильности качества урожая главных сельскохозяйственных культур. Требования к сорту, как к основному фактору роста урожайности и улучшения качества зерна пшеницы, при таких условиях значительно повышаются» [4, 11].

Реализация генетического потенциала возделываемых сортов на сегодняшний день составляет 25–40% вследствие пониженной устойчивости растений к стрессовым факторам [2, 6]. Данная ситуация складывается в связи с использованием недостаточно адаптированных к конкретным условиям выращивания сортов. «Весьма важно помочь посевному материалу максимально эффективно использовать генетический потенциал, используя приспособленные сорта, устойчивые к неблагоприятным факторам среды и совершенствуя технологии возделывания культуры, для последующего увеличения производства зерна хорошего качества» [7, 10].

Целью данной работы являлась оценка воздействия погодных условий периода вегетации на формирование клейковины в зерне мягких яровых пшениц у сортов, допущенных к возделыванию в условиях Красноярского края. Для ее достижения были сформированы задачи по оценке сортов на содержание глютена и определению размаха изменчивости признака, анализу роли метеорологических условий периода вегетации и их вкладу в формирование клейковины в зерне изучаемой культуры.

### **Материалы и методы исследований**

Сроками проведения работы стали май–сентябрь 2013–2021 гг. Место проведения работы – учебное хозяйство «Миндерлинское» Красноярского ГАУ. Территория землепользования находится в равнинно-таежной части. Район относится к группе центрально-пригородной зоны края, по природно-сельскохозяйственному районированию отнесен к лесостепной зоне. Климат резко континентальный, выражающийся в контрасте времен года и значительной амплитуде колебаний температур воздуха, с длительной и холодной зимой и жарким летом. Устойчивый снежный покров образуется до 1 ноября и сходит 5 мая. Рельеф классифицируется как холмисто-увалистый. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднемоющим среднегумусным, тяжелосуглинистым. Средневзвешенное содержание гумуса составляет 7,3% [9]. Обработка почвы осуществлялась по требованию зональных систем земледелия и общепринятых рекомендаций для Красноярской лесостепи [17].

Объекты исследования – сорта мягкой яровой пшеницы современного сортамента Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию на территории Красноярского края:

*Новосибирская 15.* Патентовладелец – ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН. Сорт раннеспелый: вегетационный период составляет 67–83 дня. Повышенные хлебопекарные качества, количественное содержание клейковины составляют 27,4–33,9%. Относится к сильным пшеницам. Слабо переносит засуху, поэтому в условиях дефицита влаги в открытой лесостепи снижает урожай.

*Новосибирская 29.* Патентовладелец – ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции СО РАСХН. Среднеранний: вегетационный период составляет 85–95 дней. Засухоустойчивость средняя. Содержание сырой клейковины в среднем – 36,8%.

*Омская 33.* Патентовладелец – ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Сорт среднеспелый, созревает за 93–97 суток. Высокопластичен. Устойчивость

к засухе оценивается в 4,5 балла. Содержание сырой клейковины в среднем составляет 29,7%.

*Ветлужанка*. Патентовладелец – ФГБНУ КНИЦ СО РАН. Сорт среднеспелый с вегетационным периодом 85–95 дней. Сильная яровая пшеница с содержанием сырой клейковины в среднем 33,8%, имеет высокие хлебопекарные качества.

Исследуемые сорта были посеяны после предварительного анализа почвы на обеспеченность питательными элементами во вторую декаду мая зерновой сеялкой ССНП-16 с нормой высева 5,0 млн всх.з/га, способ сева – рядовой, глубина – 5 см. Размер делянки – 12 м<sup>2</sup>, размер площадок для учета урожая – 10 м<sup>2</sup>; повторность четырехкратная, способ размещения делянок системный.

Количество клейковины определяли в лаборатории при кафедре растениеводства, селекции и семеноводства Института агроэкологических технологий Красноярского государственного аграрного университета. Материалы результатов лабораторных опытов были проанализированы и обработаны методом математической статистики с помощью Пакета анализа MS Excel 2007.

### Результаты и их обсуждение

Сырая клейковина зерна представляет собой гидратированный белок, состоящий из нерастворимых в воде фракций белка (глиадин, глютеин), а также небольшого количества крахмала, жиров и других веществ, прочно удерживаемых белками. «По содержанию количества клейковины в муке зерно пшеницы подразделяют на четыре группы: с высоким содержанием клейковины (свыше 30%), со средним содержанием клейковины (от 26 до 30%), с содержанием клейковины ниже среднего (от 20 до 25%), с низким содержанием клейковины (ниже 20%)» [12]. Сорта пшеницы, возделываемые в благоприятных почвенно-климатических условиях нашей страны, имеют в своем составе до 45% клейковины.

«Клейковина в зерне пшеницы повышается при продвижении посевов с северных районов в южные и с западных в восточные. При сухом жарком климате ее содержание значительно возрастает. Количество клейковины падает при альтернации дождливой и засушливой погоды непосредственно перед уборкой» [8].

Анализ показателей, приведенных в таблице 1, указывает, что коэффициент вариации признака низкий у сортов новосибирской селекции и у сорта Омская 33 (от 6,0 до 8,8%). Сорт Ветлужанка имел среднюю стабильность глютена за годы исследований при изменчивости  $C_v$  в 13,2%.

Таблица 1

#### Изменчивость в зерне мягкой яровой пшеницы содержания клейковины в лесостепи Красноярского края, % (2013–2021 гг.)

Сорт	Размах изменчивости признака, %	Среднее содержание клейковины, %	Коэффициент вариации, %
Новосибирская 15	29,0–37,4	33,3±0,7	6,6
Новосибирская 29	27,8–34,8	32,0±0,6	6,0
Омская 33	24,6–32,1	29,5±0,9	8,8
Ветлужанка	24,5–32,4	30,5±1,3	13,2

Количественное среднее содержание клейковины по годам исследований находится на уровне сильных пшениц. У всех анализируемых сортов: Новосибирская 15, Новосибирская 29, Омская 33 и Ветлужанка – данный признак менялся от 29,5 до 33,3%.

Необходимо отметить, что сорта Новосибирская 25, Ветлужанка и Омская 33 не всегда способны формировать глютен на уровне, должном для сильных пшениц. Так, в 2019 г. все вышеуказанные образцы снизили данный признак до 24–27%, что можно объяснить неблагоприятными погодными условиями периода вегетации.

Исследование вариабельности признака показало, что наиболее высокую клейковину на данной территории сформировал сорт Новосибирская 15 в 2014 г. (37,4%), а самую низкую клейковину сформировали сорта Ветлужанка и Омская 33 в 2019 г. (всего по 24%). Опираясь на приведенные данные, можно утверждать, что в лесостепи Красноярского края эти три сорта не могут гарантированно формировать клейковину, характерную для сильных пшениц.

Чтобы выявить роль погодных условий в период вегетации в формировании клейковины, нами были также вычислены коэффициенты парной корреляции. Итоги осуществленных экспериментов отражены в таблицах 2–4.

Таблица 2

**Роль среднемесячных температур в формировании клейковины в зерне яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края, % (2013–2021 гг.)**

Сорта	Месяцы					Сумма за период
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Новосибирская 15	0,011	0,065	–0,556	–0,504	–0,380	–0,371
Новосибирская 29	0,403	0,344	–0,247	0,140	0,104	0,204
Омская 33	0,450	0,260	–0,396	0,046	–0,321	–0,078
Ветлужанка	0,281	0,635	0,006	0,195	0,257	0,392

**Примечание.** При  $m^2$  0,131–0,308.

Проведенные исследования, направленные на выявление каких-либо существенных связей температурного фактора и количества клейковины, показали, что в данных, полученных нами при проведении корреляционного анализа, четкая картина отсутствует. Исходя из показателей таблицы 2, можно судить о значительных сортовых различиях в реакции яровой пшеницы на повышение среднесуточных температур. К примеру, раннеспелый сорт Новосибирская 15 с наступлением жаркой погоды в июле начинает отрицательно реагировать на исследуемый показатель (при  $r=0,556$ ), затем его негативная реакция постепенно сокращается, и в сентябре коэффициент корреляции находится на уровне  $-0,380$ . Такая же общая картина акцентирует внимание именно на данном сорте при анализе тесноты и формы связей с суммой теплообеспеченности всего периода вегетации. Похожая, но менее отрицательная реакция на количество тепла по месяцам и за всю вегетацию наблюдается у среднеспелого сорта Омская 33: увеличение температуры в июле и сентябре может быть существенным фактором в снижении содержания клейковины в его зерне.

При анализе теплообеспеченности и содержания количества клейковины у сортов Новосибирская 29 и Ветлужанка получены данные о том, что на исследуемый признак оказывает положительное влияние увеличение среднесуточной температуры

в июне. По оставшимся месяцам подобных выводов сделать нельзя, так как коэффициенты не имеют явной системности.

Таблица 3

**Роль суммы осадков в формировании клейковины в зерне яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края, % (2013–2021 гг.)**

Сорта	Месяцы					Сумма за период
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Новосибирская 15	-0,746	-0,334	0,570	-0,356	-0,096	-0,419
Новосибирская 29	-0,445	0,310	0,128	-0,451	0,100	-0,097
Омская 33	-0,066	0,502	0,226	-0,323	-0,047	0,404
Ветлужанка	-0,518	0,004	0,432	-0,341	0,128	-0,044

**Примечание.** При  $m^r$  0,114–0,299.

Данные осадков по месяцам и на всю влагообеспеченность вегетационного периода указывают на ярко выраженное наличие связи с майскими и августовскими осадками, когда коэффициенты корреляции менялись от -0,066 у сорта Омская 33 до -0,746 у сорта Новосибирская 15. Это говорит о том, что сильное увлажнение территории землепользования, на которой расположено хозяйство, отрицательно сказывается на качестве будущего урожая всех изучаемых сортов. Оценка увеличения осадков объясняет полученный характер и тесноту связей тем, что этот фактор способствует развитию различных инфекционных заболеваний и зараженности вредителями, а это в свою очередь весьма негативно отражается на количестве и, возможно, на качестве клейковины в зерне пшеницы. Тем не менее у исследуемых образцов наблюдается и положительная реакция на увеличение осадков. Так, сорта Новосибирская 29 и Омская 33 поднимают количественное содержание клейковины при увеличении влагообеспеченности в июне ( $r$  0,310 и 0,502 соответственно), а сорта Новосибирская 15 и Ветлужанка – при повышении ее в июле ( $r$  0,570 и 0,423 соответственно).

Таблица 4

**Роль ГТК в формировании клейковины в зерне яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края, % (2013–2021 гг.)**

Сорта	Месяцы					За период вегетации
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Новосибирская 15	-0,711	-0,251	0,189	-0,190	0,105	-0,438
Новосибирская 29	-0,618	0,220	0,148	-0,561	0,146	-0,153
Омская 33	-0,447	0,171	0,001	0,058	-0,083	0,341
Ветлужанка	-0,525	0,028	0,561	-0,216	0,183	-0,151

**Примечание.** При  $m^r$  0,159–0,314.

Самый сильный отклик на увеличение ГТК выявлен у сортов в мае, когда все образцы показали сильные по тесноте и отрицательные по форме связи. Например, у сорта Новосибирская 15 г достиг  $-0,711$ , а у Новосибирской 29  $-0,618$ . Чуть менее сильными были коэффициенты у сортов Ветлужанка и Омская 33 ( $-0,525$  и  $-0,447$  соответственно).

В остальные месяцы вегетации связи были различными по характеру и силе, чаще всего слабые. Это говорит о том, что резкое колебание ГТК существенной роли в формировании клейковины у изученных сортов не играет, что скорее всего обусловлено сортовыми особенностями.

### Выводы

1. Исследования показали, что сорта Новосибирская 15, Новосибирская 29, Омская 33 и Ветлужанка, возделываемые в лесостепи Красноярского края, в среднем формируют количество клейковины от 29 до 33%. Максимальное ее количество достигается у сортов новосибирской селекции – более 35%. Изменчивость показателя является низкой и составляет по сортам от 6 до 9% (кроме Ветлужанки).

2. Анализ корреляционных связей содержания клейковины с влагообеспеченностью выявил отрицательное действие осадков, выпавших в такие месяцы, как май и август. Коэффициенты корреляции в данном случае меняются от  $-0,066$  у сорта Омская 33 до  $-0,746$  у сорта Новосибирская 15. Сорта Новосибирская 29 и Омская 33 поднимают количество клейковины при увеличении влагообеспеченности в июне ( $0,310$  и  $0,502$  соответственно), а сорта Новосибирская 15 и Ветлужанка – при росте ее в июле ( $0,570$  и  $0,423$  соответственно).

3. Увеличение гидротермического коэффициента в мае снижает количество клейковины у исследуемых сортов: г меняется от  $-0,447$  у Омской 33 до  $-0,711$  у Новосибирской 15. Повышение ГТК июля, наоборот, играет положительную роль в содержании глютена в зерне, коэффициенты корреляции варьируют от  $0,001$  у Омской 33 до  $0,561$  у Ветлужанки.

4. Характер связей теплообеспеченности первой половины вегетации в лесостепи Красноярского края носит в целом положительный характер в связи с количеством клейковины у исследуемых сортов. Вторая половина вегетации отличается сортовыми различиями, и однозначные выводы в этом отношении невозможны.

### Библиографический список

1. Келер В.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае / В.В. Келер, С.В. Хижняк // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 6 (147). – С. 28–34.

2. Романов В.Н. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / В.Н. Романов, Г.А. Демиденко, А.Г. Дружинин // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 4 (169). – С. 21–26.

3. Keler V.V. Cost-effective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia / V.V. Keler, S.V. Khizhnyak // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2019. – С. 52001.

4. Keler V.V. The yield structure elements variation of spring wheat variety «Novosibirskaya 31» at various farming levels / Т.Г. Овчинникова, В.В. Келер // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – 2019. – С. 22033.

5. Овчинникова Т.Г. Влияние интенсификации предшественника на количество и качество клейковины в яровой пшенице / Т.Г. Овчинникова, В.В. Келер // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: Сборник научных трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (г. Нальчик, 2021 г.). – Нальчик, 2021. – С. 113–116.

6. Keler V.V. Productivity and technological qualities of spring wheat grain in Krasnoyarsk region / V.V. Keler, O.V. Martynova, A.A. Demeneva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. – С. 32050.

7. Мельник А.Ф. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник, Б.С. Кондрашин, Н.И. Митюшкин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2009. – № 4 (19). – С. 27–30.

8. Скрипка О.В. Урожайность и основные элементы продуктивности у сортов озимой пшеницы интенсивного типа селекции ВНИИЗК // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 9. – С. 30–32.

9. Шаповалов Н.К. Оптимизация системы основной обработки почвы и средств химизации в севообороте Центрально-Черноземной зоны: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Курск, 2004. – 44 с.

10. Демиденко Г.А. Экологические основы природопользования: Учебно-методическое пособие / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2014. – 88 с.

12. Суднов П.Е. Повышение качества зерна пшеницы. – М.: Колос, 1986. – 96 с.

13. Шарапов Н.И. Климат и качество урожая / Н.И. Шарапов, В.Д. Смирнов. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 267 с.

14. Коданев И.М. Повышение качества зерна. – М.: Колос, 1976. – 248 с.

15. Келер В.В. Экологические и сортовые особенности формирования технологических качеств яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края / Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2007. – 123 с.

16. Титов Ю.Н. Адаптивные реакции сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне Предалтайской провинции: Дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2007. – 156 с.

17. Келер В.В. Влияние различных элементов технологии возделывания на урожайность гречихи посевной / В.В. Келер, А.А. Деменева // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10. – С. 68–73.

## THE ROLE OF ECOLOGICAL CONDITIONS IN THE FORMATION OF GLUTEN IN SPRING WHEAT

V.V. KELER, T.G. OVCHINNIKOVA

(Krasnoyarsk State Agrarian University)

*The article analyzes the results of the studies to assess the role of weather conditions in the formation of gluten in spring wheat grain in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The researchers carried out the work based on the experiments conducted in the educational farm "Minderlinskoe" of Krasnoyarsk State Agrarian University in 2013–2021.*

*At the present stage in Siberia, it is not always possible to equate high yields with good grain qualities. More often, there is a negative trend. In years with heavy precipitation but with a small amount of heat, high grain yields are obtained but of reduced quality. In dry years, the farmers harvest low yields with a high gluten content in the grain. They hand over the most*

high-quality grain in arid steppe areas. It isn't easy to get a grain of valuable wheat in the northern forest-steppe and foothill areas, although it is possible.

In the research, the authors evaluated the varieties of soft spring wheat included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use, cultivated in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory, for gluten content and its stability over the years. The relationships of this indicator with the temperature factor, the impact of moisture availability during the growing season, and its contribution to the amount of gluten in soft spring wheat are determined. The effect of the hydrothermal coefficient by month on the above feature is estimated.

The researchers found that the quantitative average gluten content in the studied varieties ranges from 29 to 33%, and its maximum amount is formed in the varieties Novosibirsk 15 and Novosibirsk 29 reaching 35%. The study of correlations of gluten content in the grain of soft spring wheat with the heat supply of the growing season revealed a positive, favorable role between the amount of gluten and average monthly temperatures. The nature of the relationship between precipitation and this sign was negative.

**Key words:** wheat, gluten, precipitation, SCC, temperature, *Triticum aestivum* L., flour quality, grain quality, bread quality.

## References

1. Keler V.V., Khizhnyak S.V. Aspekty povysheniya produktivnosti i rentabel'nosti proizvodstva zerna yarovoy pshenitsy v Krasnoyarskom krae [Aspects of increasing the productivity and profitability of spring wheat grain production in the Krasnoyarsk Territory]. Vestnik KrasGAU. 2019; 6 (147): 28–34. (In Rus.)

2. Romanov V.N., Demidenko G.A., Druzhinin A.G. Primenenie intensivnoy tekhnologii vozdeleyvaniya yarovoy pshenitsy v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi [Application of intensive technology of spring wheat cultivation in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe]. Vestnik KrasGAU. 2021; 4 (169): 21–26. (In Rus.)

3. Keler V.V., Khizhnyak S.V. Cost-effective reducing the environmental impact of wheat production in Siberia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019: 52001.

4. Keler V.V., Martynova O.V. The yield structure elements variation of spring wheat variety "Novosibirskaya 31" at various farming levels. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2019: 22033.

5. Ovchinnikova T.G., Keler V.V. Vliyanie intensivifikatsii predshestvennika na kolichestvo i kachestvo kleykoviny v yarovoy pshenitse [The effect of intensification of the predecessor on the quantity and quality of gluten in spring wheat]. V sbornike: Aktual'nye problemy agrarnoy nauki: prikladnye i issledovatel'skie aspekty. Sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Nal'chik. 2021: 113–116. (In Rus.)

6. Keler V.V., Martynova O.V., Demeneva A.A. Productivity and technological qualities of spring wheat grain in Krasnoyarsk region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation. 2021: 32050.

7. Melnik A.F., Kondrashin B.S., Mityushkin N.I. Vliyanie predshestvennikov na urozhaynost' i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy [The effect of predecessors on the yield and quality of winter wheat grain]. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009; 4 (19): 27–30. (In Rus.)

8. Skripka O.V. Urozhaynost' i osnovnye elementy produktivnosti u sortov ozimoy pshenitsy intensivnogo tipa selektsii VNIIZK [Productivity and the main elements

of productivity in winter wheat varieties of intensive type selection VNIIZK]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016; 9: 30–32. (In Rus.)

9. *Shapovalov N.K.* Optimizatsiya sistemy osnovnoy obrabotki pochvy i sredstv khimizatsii v sevooborote Tsentral'no-Chernozemnoy zony: [Optimization of the system of basic soil cultivation and chemicalization means in the crop rotation of the Central Black Earth zone]. Self-review of DSc (Ag) thesis. Kursk. 2004: 44. (In Rus.)

10. *Demidenko G.A., Fomina N.V.* Ekologicheskie osnovy prirodopol'zovaniya: ucheb. – metod. Posobie [Ecological foundations of nature management: study guide]. Krasnoyarsk gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk. 2014: 88. (In Rus.)

12. *Sudnov P.E.* Povyshenie kachestva zerna pshenitsy [Improving the quality of wheat grain]. M.: Kolos. 1986: 96. (In Rus.)

13. *Sharapov N.I., Smirnov V.D.* Klimat i kachestvo urozhaya [Climate and quality of the harvest]. L.: Gidrometeoizdat. 1966: 267. (In Rus.)

14. *Kodanov I.M.* Povyshenie kachestva zerna [Improving the quality of grain]. M.: Kolos. 1976: 248. (In Rus.)

15. *Keler V.V.* Ekologicheskie i sortovye osobennosti formirovaniya tekhnologicheskikh kachestv yarovoy pshenitsy v lesostepi Krasnoyarskogo kraya [Ecological and varietal features of the formation of technological qualities of spring wheat in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarskiy gos. agrarniy un-t. Krasnoyarsk. 2007: 123. (In Rus.)

16. *Titov Yu.N.* Adaptivnye reaksii sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v stepnoy zone Predaltayskoy provintsii [Adaptive responses of spring wheat varieties in the steppe zone of the Pre-Altai province]. Self-review of PhD (Ag) thesis. Moscow. 2007: 156. (In Rus.)

17. *Keller V.V., Demeneva A.A.* Vliyanie razlichnykh elementov tekhnologii vozde-lyvaniya na urozhaynost' grechikhi posevnoy [The effect of various elements of cultivation technology on the yield of buckwheat]. Vestnik KrasGAU. 2020; 10: 68–73. (In Rus.)

**Келер Виктория Викторовна**, директор Института агроэкологических технологий, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО «Красноярский государственный университет» (660049, Российская Федерация, г. Красноярск, пр. Мира, 90; тел.: (391) 247–23–14; e-mail: vica\_kel@mail.ru).

**Victoria V. Keler**, Head of the institute of agro-ecological technology, PhD (Ag), Associate Professor, the Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Krasnoyarsk State Agrarian University (90 Mira Avenue, Krasnoyarsk (660049, Russian Federation; phone (391) 247–23–14; E-mail: vica\_kel@mail.ru).