

## ИЗУЧЕНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

**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;

**Ю. Н. Алты-Садых**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166;

**Н. Е. Васюшкина**, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 000-0001-6354-4134;

**Н. Е. Самофалова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**Н. П. Иличкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В работе представлены результаты изучения реологических и хлебопекарных свойств четырех сортов озимой твердой пшеницы в смесях с мягкой пшеницей. Целью исследований было изучение реологических свойств теста и оценка хлебопекарных достоинств сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в смеси с озимой мягкой пшеницей и в чистом виде. В качестве экспериментального материала использовали зерно 4 сортов озимой твердой пшеницы: Кристелла, Амазонка, Эйрена, Яхонт, урожая 2019–2021 годов. Смеси муки твердой и мягкой пшеницы готовили по массе 10, 30, 50, 70 и 90 % каждого сорта твердой пшеницы соответственно. Провели исследования физических и реологических свойств теста и лабораторную выпечку хлеба из муки данных сортов в смеси с мукой озимой мягкой пшеницы Универ в соответствии с методическими указаниями. Помол образцов осуществляли с использованием мельницы МЛУ-202 Бюллер. Математическую обработку полученных результатов выполнили по Б. А. Доспехову с использованием MS Excel 2010. В результате проведенных исследований установлено, что применение сортов озимой твердой пшеницы Кристелла и Амазонка при выпечке хлебных изделий в смесях с мягкой пшеницей Универ дает положительный результат при смешивании в соотношении 10:90 (%); 30:70 (%); 50:50 (%). Большое значение имеет не только качество зерна используемой твердой пшеницы, но и комплементарный подбор сорта улучшителя и улучшаемого сорта мягкой пшеницы. Сорта озимой твердой пшеницы Эйрена и Яхонт могут быть использованы для улучшения муки мягкой пшеницы, а также в самостоятельном виде для хлебопечения. Применение фаринографического анализа в селекции озимой твердой пшеницы позволяет выделить образцы с необходимой выраженностью реологических и физических свойств теста. Селекцию твердой пшеницы можно вести по двум направлениям: на качество макаронных изделий и хлебопекарные свойства.

**Ключевые слова:** *Triticum durum* Desf, сорт, разжижение теста, валориметрическая оценка, объемный выход хлеба.

**Для цитирования:** Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Алты-Садых Ю. Н., Васюшкина Н. Е., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П. Изучение хлебопекарных свойств сортов озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2023. № 2. С. 41–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-41-49.



## STUDY OF BAKING PROPERTIES OF THE WINTER DURUM WHEAT VARIETIES

**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;

**Yu. N. Alty-Sadykh**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166;

**N. E. Vasyushkina**, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 000-0001-6354-4134;

**N. E. Samofalova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**N. P. Ilchikina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322  
FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of rheological and baking properties of 4 winter durum wheat varieties in mixtures with common wheat. The purpose of the study was to research the rheological properties of the dough and estimate the baking qualities of winter durum wheat varieties of the FSBSI "ARC "Donskoy" mixed with winter common wheat and in its pure form. The objects of the study were 4 varieties 'Kristella', 'Amazonka', 'Eirena', 'Yakhont' grown in the competitive variety testing of the laboratory for breeding and seed production of winter durum wheat in 2019–2021. In the preparation of mixtures, there has been used the winter common wheat variety 'Univer'. There was added 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % of each durum wheat variety to the flour of the variety 'Univer'. The laboratory baking was carried out in accordance with the method, a non-dough method with repeated kneading. The physical and rheological properties of the mixtures were determined using a farinograph. The configuration of the farinogram was estimated according to the method proposed by Vasilchuk N.S. The varietal grinding of the samples was carried out on an MLU-202 Buller mill. Mathematical and statistical processing of the study results was performed according to B.A. Dospelkhov using MS Excel 2010. There has been found out that the winter common wheat variety 'Kristella' is most appropriate to use in mixtures with common wheat, but not more than 50%. The rheological and baking properties of the winter durum wheat variety 'Amazonka' in a mixture with common wheat of the variety 'Univer' were most fully revealed at a ratio of 10–50%. The winter durum wheat varieties 'Eirena' and 'Yakhont' can be used to improve common wheat flour, as well as in an independent form for baking. In the process of current study, there have been established the varietal differences in rheological and baking properties. The use of farinographic analysis in winter durum wheat breeding made it possible to identify samples with the required severity of the rheological and physical properties of the dough. Selection of durum wheat can be carried out in two such directions as pasta quality and baking properties.

**Keywords:** *Triticum durum Desf, variety, dough dilution, valorimetric estimation, volume yield.*

**Введение.** Пшеница твердых сортов (*Triticum durum* Desf.) традиционно используется для изготовления макаронных изделий. Зерно, мука и крупа, полученные из твердой пшеницы, являются низкокалорийными продуктами, которые богаты витаминами, минералами, пищевыми волокнами и относятся к продуктам для здорового и диетического питания (Штейнберг и др., 2017). Кроме того, в зерне твердой пшеницы содержатся каротиноидные пигменты, которые относятся к природным антиоксидантам. (Полонский и др., 2018). Использование продуктов переработки твердой пшеницы в хлебопечении позволит создавать функциональные продукты питания, которые обогатят организм человека нутриентами, положительно влияющими на здоровье. Одним из способов улучшения технологических и питательных свойств конечных продуктов (хлеба, кексов, теста для пиццы, чебуреков, пельменей) является использование в хлебопечении зерна различных культур (Шаболкина, 2021).

Некоторые исследователи свидетельствуют, что качество хлеба, выпеченного с использованием муки durum, по органолептическим и физико-химическим показателям превосходит качество готовых изделий из муки мягкой пшеницы (Сергачева и Терновской, 2019).

По мнению ученых, улучшение хлебопекарных свойств при смешивании твердой и мягкой пшеницы зависит от взаимной компенсации недостающих компонентов и соблюдения оптимального количественного соотношения компонентов в смесях (Шаболкина и др., 2017).

В России селекционные программы по озимой твердой пшенице направлены на создание сортов с высокой урожайностью и качеством зерна, соответствующим требованиям для изготовления макаронных изделий. Некоторые исследователи считают, что мука из твердой пшеницы в чистом виде малопригодна для хлебопечения, и рекомендуют использовать ее в смеси с мягкой пшеницей (Шаболкина и др., 2016).

В Италии технологическое качество крупки из твердой пшеницы является одной из целей исследований по генетическим и биохимическим улучшениям для производства не только макаронных изделий, но и для повышения хлебопекарных свойств. Только на Сицилии производят более 50 видов традиционных сортов хлеба из твердой пшеницы (Ляпунова, 2019). В средиземноморских районах использование сортов твердой пшеницы для производства хлеба постоянно растет из-за его вкусовых качеств и длительного срока хранения по сравнению с хлебом, полученным из мягкой пшеницы (Pogna et al., 2002).

Исследование технологических свойств зерна сортов озимой твердой пшеницы будет способствовать расширению ассортимента исходного сырья для переработки и изготовления хлебоулучшающих изделий.

Цель исследований – изучение реологических свойств теста и оценка хлебопекарных достоинств сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» в смеси с озимой мягкой пшеницей и в чистом виде.

**Материалы и методы исследований.** В качестве объекта исследований использовали 4 сорта: Кристелла, Амазонка, Эйрена, Яхонт, выращенных в конкурсном сортоиспытании лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы. При приготовлении смесей использовали сорт озимой мягкой пшеницы Универ. В муку сорта Универ добавляли 10, 30, 50, 70 и 90 % каждого сорта твердой пшеницы. Пробную лабораторную выпечку осуществляли в соответствии с методикой безопасным методом с повторным замесом. Физические и реологические свойства смесей определяли с помощью фаринографа. Конфигурацию фаринограммы оценивали по методу, предложенному Н.С. Васильчуком с соавторами (2009). Математическую и статистическую обработку результатов исследований выполняли по Б.А. Доспехову (2014) с использованием MS Excel 2010.

**Результаты и их обсуждение.** Реологические свойства теста смесей изменялись

по сравнению с сортом мягкой пшеницы Универ. Оценка конфигурации фаринограммы снижалась, за исключением смеси, куда добавляли 10 % муки сорта Кристелла (табл. 1).

**Таблица 1. Физические и реологические свойства смесей сортов озимой твердой пшеницы Кристелла и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**  
**Table 1. Physical and rheological properties of mixtures of the winter durum wheat variety 'Kristella' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Оценка конфигурации фаринограммы, балл	ВПС, %	Разжижение теста, е. ф.	Валориметрическая оценка, ед. вал.
Универ 100 %	9	61,1	65	58
10 % (Кристелла): 90 % (Универ)	9	61,4	45	64
30 % (Кристелла): 70 % (Универ)	8	62,3	50	60
50 % (Кристелла): 50 % (Универ)	8	65,0	40	62
70 % (Кристелла): 30 % (Универ)	8	67,6	50	61
90 % (Кристелла): 10 % (Универ)	8	70,1	40	60
Кристелла 100 %	8	71,2	40	59
НСР <sub>0,5</sub>	0,9	2,1	9,0	1,3

Было отмечено повышение водопоглотительной способности смесей – от 61,4 до 70,1 %. При анализе муки из 100 %-й твердой озимой пшеницы Кристелла водопоглотительная способность была максимальной и составила 71,2 %.

Показатель разжижения теста характеризует изменение консистенции теста через 12 мин постоянной нагрузки (замешивания). Для мягкой хлебопекарной пшеницы предъявляются следующие требования: не более 30 ед. ф. – сильная пшеница, отличный улучшитель; не более 50 ед. ф. – сильная пшеница, хороший улучшитель; не более 60 ед. ф. – сильная пшеница, удовлетворительный улучшитель; не более 80 ед. ф. – наиболее ценные по качеству; более 80 ед. ф. – филлеры и слабые пшеницы.

В результате проведенных исследований было установлено, что все изучаемые сорта и смеси сорта Универ и Кристелла по разжи-

жению теста относились к сильной пшенице и характеризовались как хороший и удовлетворительный улучшитель. Значения изучаемого показателя изменялись от 40 ед. ф. при добавлении 90 % и 100 % твердой пшеницы сорта Кристелла до 65 ед. ф. у сорта мягкой пшеницы Универ. По показателю «валориметрическая оценка» отмечено увеличение значений в смесях и снижении у сорта мягкой пшеницы Универ и сорта твердой пшеницы Кристелла в чистом виде. Сорт озимой твердой пшеницы Кристелла более эффективно использовать в смеси с мягкой пшеницей для улучшения реологических свойств теста.

При изучении смесей сорта твердой пшеницы Амазонка отмечено значительное снижение оценки конфигурации фаринограммы при добавлении 90 % муки сорта Амазонка и в чистом виде (табл. 2).

**Таблица 2. Физические и реологические свойства смесей сортов озимой твердой пшеницы Амазонка и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**  
**Table 2. Physical and rheological properties of mixtures of the winter durum wheat variety 'Amazonka' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Оценка конфигурации фаринограммы, балл	ВПС, %	Разжижение теста, е. ф.	Валориметрическая оценка, ед. вал.
Универ 100 %	9	61,1	65	58
10 % (Амазонка): 90 % (Универ)	8	61,5	50	59
30 % (Амазонка): 70 % (Универ)	8	63,6	55	61
50 % (Амазонка): 50 % (Универ)	8	65,5	45	57
70 % (Амазонка): 30 % (Универ)	8	68,0	55	56
90 % (Амазонка): 10 % (Универ)	6	71,0	65	52
Амазонка 100 %	5	71,6	100	50
НСР <sub>0,5</sub>	0,8	3,1	10,5	1,1

Водопоглотительная способность муки смесей повышалась от 61,5 до 71,0 %. Значения разжижения теста смесей соответствовали филлерам и ценным пшеницам. Сорт Амазонка в чистом виде сформировал значения разжижения теста на уровне филлера (100 ед. ф.). Выраженность валориметрической оценки смесей снижалась и соответствовала ценным пше-

ницам. У сорта Амазонка в чистом виде выявлено снижение всех показателей, определяемых с помощью фаринографа. При изучении реологических свойств смесей сорта озимой твердой пшеницы Амазонка установлено снижение реологических свойств и рекомендуется добавлять не более 30 % муки данного сорта для получения удовлетворительных результатов.

При изучении реологических свойств смесей с сортом твердой пшеницы Эйрена было установлено, что оценка конфигурации фаринограммы не снижалась во всех вариантах (табл. 3).

**Таблица 3. Физические и реологические свойства смесей сортов озимой твердой пшеницы Эйрена и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**

**Table 3. Physical and rheological properties of mixtures of the winter durum wheat variety 'Eirena' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Оценка конфигурации фаринограммы, балл	ВПС, %	Разжижение теста, е. ф.	Валориметрическая оценка, ед. вал.
Универ 100 %	9	61,1	65	58
10 % (Эйрена): 90 % (Универ)	8	61,5	53	60
30 % (Эйрена): 70 % (Универ)	8	64,9	50	60
50 % (Эйрена): 50 % (Универ)	8	67,8	55	61
70 % (Эйрена): 30 % (Универ)	8	70,8	45	62
90 % (Эйрена): 10 % (Универ)	8	71,6	30	64
Эйрена 100 %	8	73,4	40	62
НСР <sub>0,5</sub>	0,9	2,0	9,7	1,7

С увеличением процентного соотношения муки твердой пшеницы наблюдалось увеличение значений водопоглотительной способности муки – от 61,5 до 73,4 %. Разжижение теста смесей с сортом твердой пшеницы Эйрена соответствовало требованиям, предъявляемым к мягкой пшенице сильных сортов отличных, хороших и удовлетворительных улучшителей. Значения валориметрической оценки повышались по мере увеличения процентного отношения твердой пшеницы и соответствовали требованиям для сильной пшеницы удовлетворительного улучшителя. Исходя из вышеизло-

женного, делаем вывод: мука из сорта озимой твердой пшеницы Эйрена может использоваться для улучшения реологических свойств в смеси с мягкой пшеницей и в чистом виде для хлебопечения.

Оценка конфигурации фаринограммы смесей сорта твердой пшеницы Яхонт не снижалась при увеличении процента муки из твердой пшеницы.

В смеси 90 % Яхонт (твердая пшеница) x 10 % Универ (мягкая пшеница) было отмечено увеличение оценки конфигурации фаринограммы (9 баллов) (табл. 4).

**Таблица 4. Физические и реологические свойства смесей сортов озимой твердой пшеницы Яхонт и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**

**Table 4. Physical and rheological properties of mixtures of the winter durum wheat variety 'Yakhont' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Оценка конфигурации фаринограммы, балл	ВПС, %	Разжижение теста, е. ф.	Валориметрическая оценка, ед. вал.
Универ 100 %	9	61,1	65	58
10 % (Яхонт): 90 % (Универ)	8	61,6	60	59
30 % (Яхонт): 70 % (Универ)	8	64,4	45	60
50 % (Яхонт): 50 % (Универ)	8	65,0	50	57
70 % (Яхонт): 30 % (Универ)	8	66,0	40	60
90 % (Яхонт): 10 % (Универ)	9	67,2	40	63
Яхонт 100 %	8	68,1	45	63
НСР <sub>0,5</sub>	1,0	2,1	9,2	1,3

В результате исследований было установлено повышение водопоглотительной способности муки смесей, так же как и смесей с другими сортами. По разжижению теста и валориметрической оценке смеси с твердой пшеницей Яхонт соответствовали требованиям, предъявляемым к сильным сортам – хорошим и удовлетворительным улучшителям.

В результате изучения физических и реологических свойств теста смесей из муки твердых сортов выявлены сортовые различия, что позволяет рекомендовать сорта твердой пшеницы Яхонт и Эйрена для использования в хлебо-

печении для улучшения свойств теста мягкой пшеницы и в чистом виде для получения продуктов диетического и функционального назначения.

Была проведена пробная лабораторная выпечка и определены хлебопекарные свойства смесей сортов твердой пшеницы. В среднем за годы исследований объемный выход хлеба с использованием сорта Кристелла снижался по мере увеличения соотношения муки твердой пшеницы.

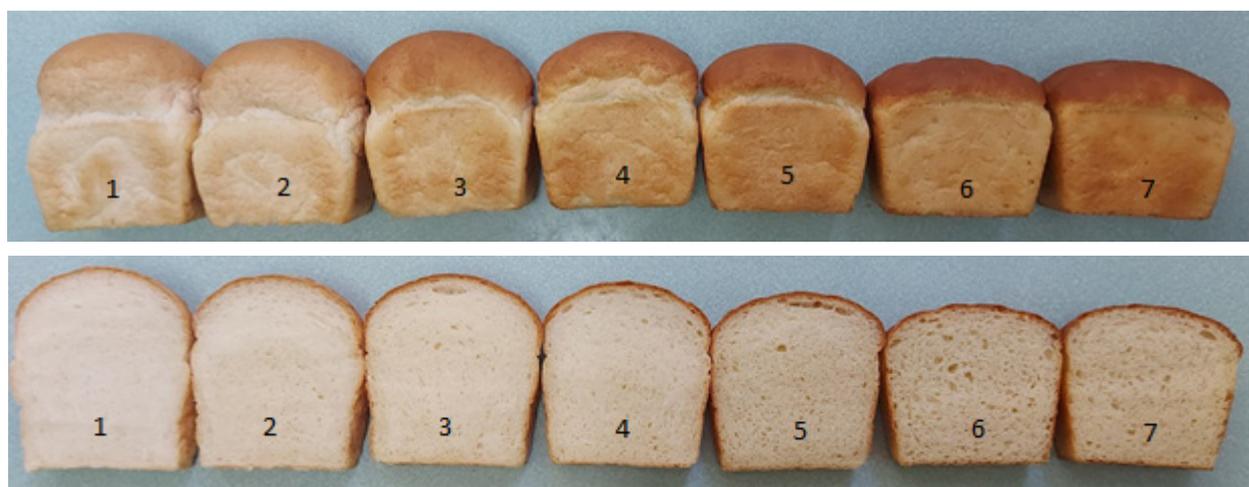
Значения общей хлебопекарной оценки также снижались – от 4,4 до 3,6 балла (табл. 5).

**Таблица 5. Показатели качества хлеба из смесей сортов озимой твердой пшеницы Кристелла и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**  
**Table 5. Quality indicators of bread from mixtures of the winter durum wheat variety 'Kristella' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твёрдой и мягкой пшеницы	Объем хлеба, мл	Оценка, балл
Универ 100 %	737	4,5
10 % (Кристелла): 90 % (Универ)	683	4,2
30 % (Кристелла):70 % (Универ)	683	4,4
50 % (Кристелла):50 % (Универ)	653	4,1
70 % (Кристелла): 30 % (Универ)	640	4,0
90 % (Кристелла):10 % (Универ)	613	3,6
Кристелла 100 %	607	3,6
НСР <sub>0,5</sub>	11,1	0,3

Наилучшей выраженностью хлебопекарных свойств характеризовалась смесь 30 % (Кристелла): 70 % (Универ), 683 мл составил объемный выход хлеба и 4,4 балла – общая оценка.

При выполнении хлебопекарного анализа из муки сорта твердой пшеницы Кристелла в чистом виде показатели качества хлеба соответствовали уровню ценной пшеницы (объемный выход хлеба 607 мл и общая оценка хлеба 3,6 балла) (рис. 1).



1 – Универ 100 %; 2 – Кристелла 10 %; 3 – Кристелла 30 %; 4 – Кристелла 50 %; 5 – Кристелла 70 %; 6 – Кристелла 90 %; 7 – Кристелла 100 %

**Рис. 1.** Внешний вид пробной выпечки с использованием муки сорта озимой твердой пшеницы Кристелла в смеси с сортом озимой мягкой пшеницы Универ, урожай 2021 г.

**Fig. 1.** Appearance of the trial baking using the winter durum wheat flour 'Kristella' mixed with the winter common wheat flour 'Univer', yield of 2021

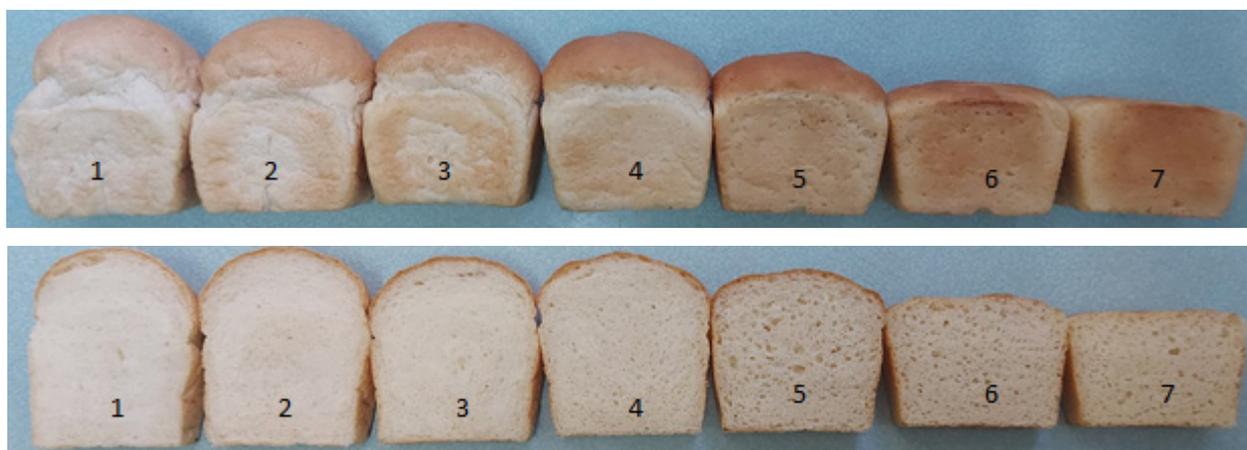
При изучении хлебопекарных свойств сорта Амазонка было установлено высокое качество хлеба при добавлении 10, 30 и 50 % муки данного сорта. Значения объемного выхода

хлеба и общей хлебопекарной оценки были на уровне требований, предъявляемых к сильным сортам (табл. 6).

**Таблица 6. Показатели качества хлеба из смесей сортов озимой твердой пшеницы Амазонка и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**  
**Table 6. Quality indicators of bread from mixtures of the winter durum wheat variety 'Amazonka' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Объем хлеба, мл	Оценка, балл
Универ 100 %	737	4,5
10 % (Амазонка) : 90 % (Универ)	720	4,5
30 % (Амазонка) :70 % (Универ)	687	4,2
50 % (Амазонка) :50 % (Универ)	697	4,2
70 % (Амазонка) : 30 % (Универ)	670	3,9
90 % (Амазонка) :10 % (Универ)	607	3,5
Амазонка 100 %	563	3,3
НСР <sub>0,5</sub>	10,1	0,4

По мере увеличения доли муки сорта Амазонка (70, 90 и 100 %) наблюдалось ухудшение хлебопекарных свойств (объемного выхода хлеба, пористости и эластичности мякиша, общей хлебопекарной оценки) (рис. 2).



1 – Универ 100 %; 2 – Амазонка 10 %; 3 – Амазонка 30 %; 4 – Амазонка 50 %; 5 – Амазонка 70 %; 6 – Амазонка 90 %; 7 – Амазонка 100 %

**Рис. 2.** Внешний вид пробной выпечки с использованием муки сорта озимой твердой пшеницы Амазонка в смеси с сортом озимой мягкой пшеницы Универ, урожай 2021 г.

**Fig. 2.** Appearance of the trial baking using the winter durum wheat flour 'Amazonka' mixed with the winter common wheat flour 'Univer', yield of 2021

Сорт озимой твердой пшеницы Эйрена в смеси с мягкой пшеницей Универ в среднем за изучаемый период сформировал высокое качество хлеба во всех вариантах. Значения

объемного выхода хлеба и общей хлебопекарной оценки не снижались и были на уровне сильной пшеницы (табл. 7).

**Таблица 7. Показатели качества хлеба из смесей сортов озимой твердой пшеницы Эйрена и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 гг.**

**Table 7. Quality indicators of bread from mixtures of the winter durum wheat variety 'Eirena' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021**

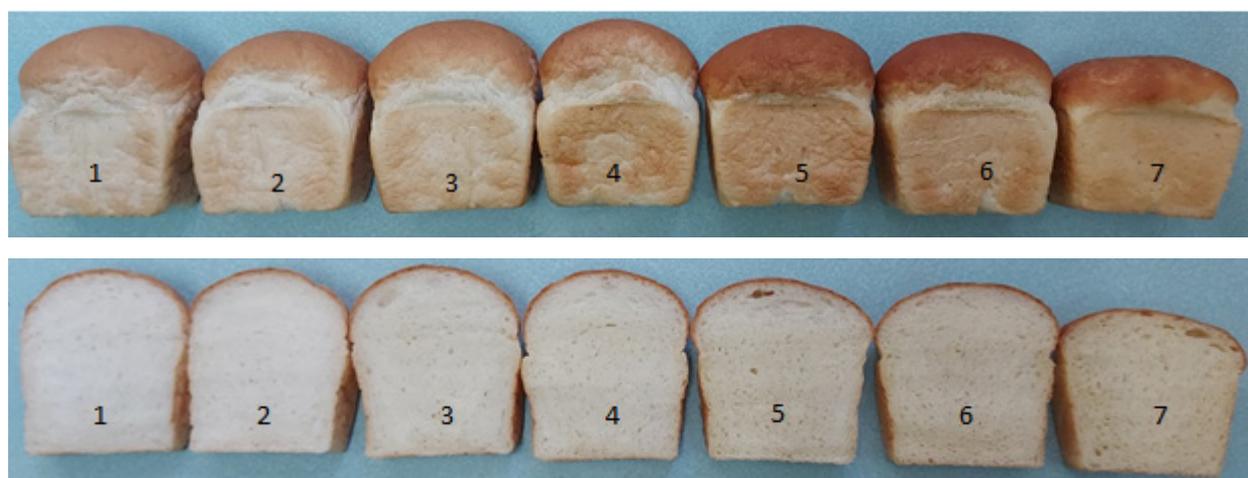
Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Объем хлеба, мл	Оценка, балл
Универ 100 %	737	4,5
10 % (Эйрена) : 90 % (Универ)	723	4,5
30 % (Эйрена) : 70 % (Универ)	737	4,5
50 % (Эйрена) : 50 % (Универ)	733	4,5
70 % (Эйрена) : 30 % (Универ)	743	4,5
90 % (Эйрена) : 10 % (Универ)	707	4,2
Эйрена 100 %	650	3,8
НСР <sub>0,5</sub>	9,4	0,3

Проведенный хлебопекарный анализ из 100 %-й муки сорта Эйрена позволил установить объемный выход хлеба 650 мл и общую хлебопекарную оценку 3,8 балла, что соответствует ценной пшенице (рис. 3).

При определении хлебопекарных свойств сорта озимой твердой пшеницы Яхонт установлено, что во всех вариантах смесей данного сорта показатели качества хлеба были на уровне сильной пшеницы. В вариантах, когда добавляли 50 и 70 % сорта Яхонт, были получены максимальные значения общей хлебопекарной оценки и объемного выхода хлеба (табл. 8).

Хлеб, выпекаемый из муки сорта Яхонт (100 %), имел объемный выход 653 мл и общую хлебопекарную оценку 3,9 балла, что соответствует ценной пшенице (рис. 4).

Сорта твердой пшеницы Яхонт и Эйрена и смеси с их использованием имели лучшую выраженность реологических свойств и показателей качества выпеченного хлеба. Изучение технологических свойств этих образцов дает определенные перспективы их использования в хлебопечении.



1 – Универ 100 %; 2 – Эйрена 10 %; 3 – Эйрена 30 %; 4 – Эйрена 50 %; 5 – Эйрена 70 %; 6 – Эйрена 90 %; 7 – Эйрена 100 %

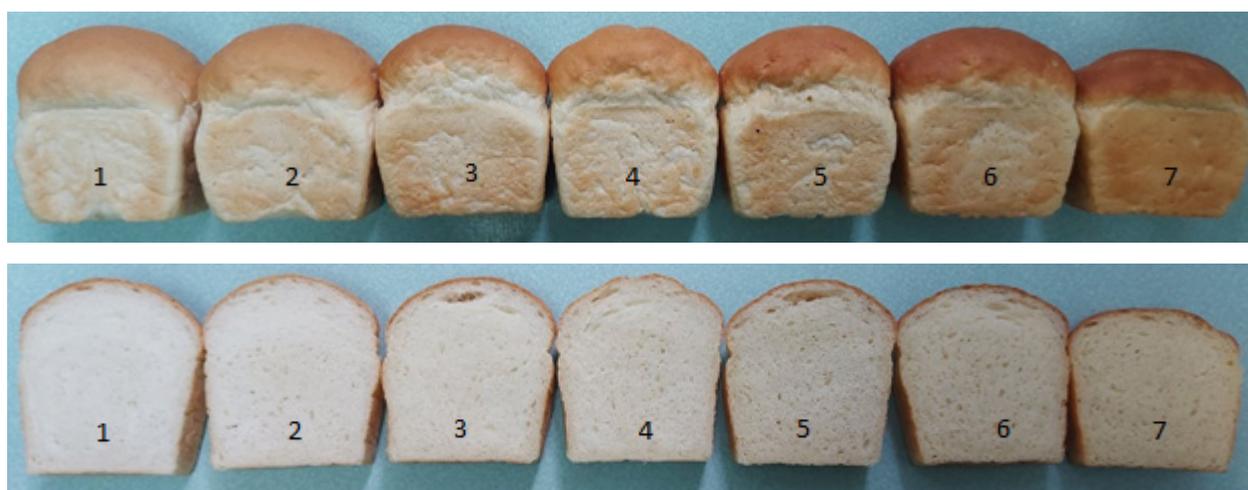
**Рис. 3.** Внешний вид пробной выпечки с использованием муки сорта озимой твердой пшеницы Эйрена в смеси с сортом озимой мягкой пшеницы Универ, урожай 2021 г.

**Fig. 3.** Appearance of the trial baking using the winter durum wheat flour 'Eirena' mixed with the winter common wheat flour 'Univer', yield of 2021

**Таблица 8.** Показатели качества хлеба из смесей сортов озимой твердой пшеницы Яхонт и озимой мягкой пшеницы Универ, 2019–2021 г.

**Table 8.** Quality indicators of bread from mixtures of the winter durum wheat variety 'Yakhont' and the winter common wheat variety 'Univer', 2019–2021

Соотношение муки твердой и мягкой пшеницы	Объем хлеба, мл	Оценка, балл
Универ 100 %	737	4,5
10 % (Яхонт): 90 % (Универ)	733	4,5
30 % (Яхонт): 70 % (Универ)	733	4,5
50 % (Яхонт): 50 % (Универ)	733	4,6
70 % (Яхонт): 30 % (Универ)	750	4,7
90 % (Яхонт): 10 % (Универ)	703	4,2
Яхонт 100 %	653	3,9
НСР <sub>0,5</sub>	11,2	0,2



1 – Универ 100 %; 2 – Яхонт 10 %; 3 – Яхонт 30 %; 4 – Яхонт 50 %; 5 – Яхонт 70 %; 6 – Яхонт 90 %; 7 – Яхонт 100 %

**Рис. 4.** Внешний вид пробной выпечки с использованием муки сорта озимой твердой пшеницы Эйрена в смеси с сортом озимой мягкой пшеницы Универ, урожай 2021 г.

**Fig. 4.** Appearance of the trial baking using the winter durum wheat flour 'Yakhont' mixed with the winter common wheat flour 'Univer', yield of 2021

**Выводы.** В процессе исследований выявлены сортовые различия по реологическим и хлебопекарным свойствам. Применение фаринографического анализа в селекции озимой твердой пшеницы позволяет выделить образцы высокого качества, которые можно использовать в хлебопечении для расширения ассортимента изделий.

В результате исследований установлено, что сорт озимой мягкой пшеницы Кристелла

наиболее целесообразно использовать в смесях с мягкой пшеницей, но не более 50 %. Реологические и хлебопекарные свойства сорта озимой твердой пшеницы Амазонка в смеси с мягкой пшеницей сорта Универ наиболее полно раскрылись при соотношении 10 к 50 %. Сорта озимой твердой пшеницы Эйрена и Яхонт могут быть использованы для улучшения муки мягкой пшеницы, а также в самостоятельном виде для хлебопечения.

#### Библиографические ссылки

1. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Поршикова Т. М., Попова В. М., Цетва Н. М., Шутарева Г. И. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34–40.
2. Ляпунова О. А. Селекция твердой пшеницы в Италии // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 5(1). С. 19–34. DOI: 10.18699/Letters2019-5-3.
3. Полонский В. И., Лоскутов И. Г., Сумина А. В. Селекция на содержание антиоксидантов в зерне как перспективное направление для получения продуктов здорового питания // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(3). С. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370.
4. Сергачева Е. С., Терновской Г. В. Исследование возможности использования муки 2-го сорта из пшеницы дурум в технологии производства пшеничного хлеба [Электронный ресурс] // Процессы и аппараты пищевых производств. 2010. № 2. С. 215–223. URL: [http://openbooks.ifmo.ru/ru/article/7383/issledovanie\\_voz.mozhnosti\\_ispolzovaniya\\_muki\\_2go\\_sortaiz\\_pshenicy\\_durum\\_v\\_tehnologii\\_proizvodstvapshenichnogo\\_hleba.html](http://openbooks.ifmo.ru/ru/article/7383/issledovanie_voz.mozhnosti_ispolzovaniya_muki_2go_sortaiz_pshenicy_durum_v_tehnologii_proizvodstvapshenichnogo_hleba.html).
5. Шаболкина Е. Н., Анисимкина Н. В. Влияние сортовых особенностей твердой пшеницы на технологические и хлебопекарные качества муки при смешивании с мягкой пшеницей // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6(78). С. 67–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-67-72>.
6. Шаболкина Е. Н., Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Технологические и хлебопекарные качества твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 40–43.
7. Шаболкина Е. Н., Мясникова М. Г., Мальчиков П. Н., Пронович Л. В. Возможности использования зерна твердой пшеницы в хлебопекарной промышленности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 4 (20). С. 90–97.
8. Штейнберг Т. С., Шведова О. Г., Кандроков Р. Х., Болотов В. И. Выбор цветовых характеристик для разработки метода идентификации примеси муки из мягкой пшеницы в муке из твердой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 12 (158). С. 175–181.
9. Pogna N. E., Gazza L., Corona V., Zanin R., Niglio A., Mie E., Palumbo M., Boggini G. Puroindolines and kernel hardness in wheat species. // Wheat quality elucidation: the Bushuk legacy. AACC, St. Paul, MN, USA. 2002. P. 155–169.

#### References

1. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eremenko L. V., Porshikova T. M., Popova V. M., Tsetva N. M., Shutareva G. I. Otsenka prochnosti kleikoviny v protsesse selektsii tverdoi pshenitsy (*Triticum durum* Desf.) [Estimation of gluten strength in the breeding process of durum wheat (*Triticum durum* Desf.)] // Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka. 2009. № 3. S. 34–40.
2. Lyapunova O. A. Seleksiya tverdoi pshenitsy v Italii [Durum wheat breeding in Italy] // Pis'ma v Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2019. № 5(1). S. 19–34. DOI: 10.18699/Letters2019-5-3.
3. Polonskii V. I., Loskutov I. G., Sumina A. V. Seleksiya na sodержanie antioksidantov v zerne kak perspektivnoe napravlenie dlya polucheniya produktov zdorovogo pitaniya [Breeding for the content of antioxidants in grain as a promising direction to obtain healthy foods] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. № 22(3). S. 343–352. DOI: 10.18699/VJ18.370.
4. Sergacheva E. S., Ternovskoi G. V. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya muki 2-go sorta iz pshenitsy durum v tekhnologii proizvodstva pshenichnogo khleba [Research on the possibility of using durum wheat flour of the 2nd grade in the technology of wheat bread production] [Elektronnyi resurs] // Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv. 2010. № 2. S. 215–223. URL: [http://openbooks.ifmo.ru/ru/article/7383/issledovanie\\_voz.mozhnosti\\_ispolzovaniya\\_muki\\_2go\\_sortaiz\\_pshenicy\\_durum\\_v\\_tehnologii\\_proizvodstvapshenichnogo\\_hleba.html](http://openbooks.ifmo.ru/ru/article/7383/issledovanie_voz.mozhnosti_ispolzovaniya_muki_2go_sortaiz_pshenicy_durum_v_tehnologii_proizvodstvapshenichnogo_hleba.html).
5. Shabolkina E. N., Anisimkina N. V. Vliyanie sortovykh osobennostei tverdoi pshenitsy na tekhnologicheskie i khlebopekarnye kachestva muki pri smeshivanii s myagkoi pshenitse [Effect of varietal characteristics of durum wheat on the technological and baking qualities of flour when mixed with common wheat] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 6(78). S. 67–72. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-78-6-67-72>.
6. Shabolkina E. N., Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Tekhnologicheskie i khlebopekarnye kachestva tverdoi pshenitsy [Technological and baking qualities of durum wheat] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2017. № 5 (53). S. 40–43.
7. Shabolkina E. N., Myasnikova M. G., Mal'chikov P. N., Pronovich L. V. Vozmozhnosti ispol'zovaniya zerna tverdoi pshenitsy v khlebopekarnoi promyshlennosti [Possibilities of using durum wheat grain in the baking industry] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 4 (20). S. 90–97.

8. Shteinberg T. S., Shvedova O. G., Kandrov R. Kh., Bolotov V. I. Vybory tsvetovykh kharakteristik dlya razrabotki metoda identifikatsii primesi muki iz myagkoi pshenitsy v muke iz tverdoi pshenitsy [Selection of color characteristics for the development of a method to identify an impurity of common wheat flour in durum wheat flour] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 12 (158). S. 175–181.

9. Pogna N. E., Gazza L., Corona V., Zanin R., Niglio A., Mie E., Palumbo M., Boggini G. Puroindolines and kernel hardness in wheat species. // Wheat quality elucidation: the Bushuk legacy. AACCS, St. Paul, MN, USA. 2002. P. 155–169.

Поступила: 17.01.23; доработана после рецензирования: 27.02.23; принята к публикации: 27.02.23.

**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.** Кравченко Н. С., Игнатъева Н. Г. – концептуализация исследования, подготовка рукописи; Иличкина Н. П. – проведение полевого опыта; Васюшкина Н. Е., Алты-Садых Ю. Н. – фаринографирование и проведение хлебопекарного анализа.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**