

УДК 664.6 : 664.7

Смесительная способность муки из различных сортов твердой и мягкой пшеницы для производства Саратовского калача

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, Российская Федерация

² Музей «Саратовский калач», г. Саратов, Российская Федерация

³ Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г. Саратов, Российская Федерация

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Садыгова Мадина Карипуловна

E-mail: sadigova.madina@yandex.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования доступны по запросу у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Садыгова, М.К., Догадин, А.Ю., Андреева, Л.В., Сибикеев, С.Н., & Шутарева, Г.И. (2023). Смесительная способность сортов твердой и мягкой пшеницы для производства саратовского калача. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (3), 156-170. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.409>

ПОСТУПИЛА: 01.06.20223

ПРИНЯТА: 15.09.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 30.09.2023

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках научно-практического договора ФГБОУ ВО «Вавиловский университет» и «ФАНЦ Юго-Востока» по теме: «Научно-практическое обоснование производства Саратовского калача на основе смесительной способности регионального ресурсного потенциала» от 20.10.2022 г.

М. К. Садыгова¹, А. Ю. Догадин², Л. В. Андреева³,
С. Н. Сибикеев³, Г. И. Шутарева³

АННОТАЦИЯ

Введение: Проблема качества зерна пшеницы остается актуальной в аспекте возрождения традиций Саратовского хлебопечения. Введение в рецептуру Саратовского калача муки из твердой пшеницы обусловлено тем, что содержит больше белка глина, который отвечает за растяжимость теста и совсем немного глютемина, отвечающего за упругость и эластичность, что очень важно для улучшения его упругих свойств.

Целью исследований является определение смесительной способности различных сортов твердой и мягкой пшеницы на основе реологического профиля полуфабрикатов для производства Саратовского калача.

Материалы и методы: В качестве объектов исследования использовали сорта яровой твердой пшеницы Елизаветинская, Луч 25, Гордеиформе 432 лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы; сорта мягкой пшеницы Александрит и Фаворит лаборатории генетики и цитологии ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»; сорт мягкой пшеницы Агро СП, выведенный ФГБОУ ВО «Вавиловский университет». Содержание белка определяли на инфракрасном анализаторе зерна и муки «Инфратек 1241». Водопоглотельную способность мучных смесей и такие показатели реологических свойств тестовых полуфабрикатов определяли с использованием фаринографа и альвеографа.

Результаты: Установлено, что составление мучной смеси для производства Саратовского калача из муки, полученной из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Елизаветинская, полученной из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Луч 25, из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Гордеиформе 432 в соотношениях 85:15, а также мука, полученная из зерна мягкой пшеницы сорта Агро СП в смеси с мукой из сортов зерна твердой пшеницы Елизаветинская, из зерна мягкой пшеницы сорта Агро СП и зерна твердой пшеницы сорта Луч 25 в соотношениях 85:15, являются наиболее выгодными как с технологической, так и с экономической стороны.

Выводы: Показатели реологических свойств сформированных образцов хлебопекарной муки, полученных на альвеографе и фаринографе, позволяют получить оптимальное соотношение помольной смеси зерна мягкой и твердой пшеницы для производства Саратовского калача.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

мягкая пшеница, твердая пшеница, смесительная способность, альвеограф, фаринограф, устойчивость, разжижение



Mixing ability flour of various varieties of durum and soft wheat for the production of Saratov kalach

¹ Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russian Federation

² Museum «Saratov Kalach», Saratov, Russian Federation

³ Federal Agrarian Research Center of the South-East, Saratov, Russian Federation

CORRESPONDENCE:

Madina K. Sadigova

E-mail: sadigova.madina@yandex.ru

FOR CITATIONS:

Sadigova, M.K., Dogadin, A.Yu., Andreeva, L.V., Sibikeev, S.N., & Shutareva, G.I. (2023). Mixing capacity of durum and soft wheat varieties for the production of Saratov kalach. *Storage and Processing of Farm Products*, (3), 156-170.
<https://doi.org/10.36107/spfp.2023.409>

RECEIVED: 01.06.2023

ACCEPTED: 15.09.2023

PUBLISHED: 30.09.2023

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.

FINANCING

The work was carried out within the framework of the scientific and practical agreement of the Vavilovsky University and the Federal Agrarian Research Center of the South-East on the topic: «Scientific and practical justification of the production of Saratov kalach based on the mixing capacity of the regional resource potential» dated 10/20/2022.

Madina K. Sadigova¹, Anatoly Yu. Dogadin², Lyubov V. Andreeva³, Sergey N. Sibikeev³, Galina I. Shutareva³

ABSTRACT

Introduction: The problem of wheat grain quality remains relevant in the aspect of reviving the traditions of Saratov bakery. The introduction of durum wheat flour into the recipe of the Saratov roll is due to the fact that it contains more gliadin protein, which is responsible for the extensibility of the dough and quite a bit of gluten, which is responsible for elasticity and elasticity, which is very important for improving its elastic properties.

The purpose of the research is to determine the mixing ability of various varieties of durum and soft wheat based on the rheological profile of semi-finished products for the production of Saratov kalach.

Materials and Methods: As objects of research, varieties of spring durum wheat Elizavetinskaya, Luch 25, Gordeiform 432 of the laboratory of breeding and seed production of spring durum wheat were used; varieties of soft wheat Alexandrite and Favorit of the Laboratory of Genetics and Cytology of the FSBI «FANC of the South-East»; soft wheat variety Agro SP, bred by the Vavilov University. The protein content was determined on an infrared grain and flour analyzer «Infratek 1241». The water absorption capacity of flour mixtures and such indicators of rheological properties of test semi-finished products were determined using a pharynograph and an alveograph.

Results: It is established that the preparation of a flour mixture for the production of Saratov kalach from flour obtained from soft wheat grains of the Alexandrite variety and durum wheat grains of the Elizavetinskaya variety, obtained from soft wheat grains of the Alexandrite variety and durum wheat grains of the Luch 25 variety, from soft wheat grains of the Alexandrite variety and durum wheat grains of the Gordeiform 432 variety in ratios of 85:15, as well as flour obtained from soft wheat grains of the Agro SP variety mixed with flour from durum wheat varieties Elizavetinskaya, from soft wheat grains of the Agro SP variety and durum wheat grains of the Luch 25 variety in ratios of 85:15, are the most profitable both from the technological and economic side.

Conclusion: The rheological properties of the formed samples of baking flour obtained on an alveograph and a farinograph allow us to obtain the optimal ratio of the grinding mixture of soft and durum wheat grains for the production of Saratov kalach.

KEYWORDS

white turkey, soft wheat, durum wheat, alveograph, farinograph, dough stability, dough dilution, valorimetric evaluation, mixing ability.



ВВЕДЕНИЕ

Решение проблемы качества зерна призвано обеспечить продовольственную безопасность страны, должно реализовываться на государственном уровне с созданием целевой комплексной системы управления. Вследствие дефицита качественного зерна пшеницы мукомольно-крупяные предприятия страны вынуждены почти две трети своей продукции производить не в соответствии с нормативной документацией (Мелешкина, 2009; Прянишников, 2010; Алтухов, 2017).

Как считают ученые из институт сельского хозяйства — филиал Кабардино-Балкарского научного центра РАН, основная задача сельскохозяйственного производства заключается не только в получении высоких урожаев зерна, но и в обеспечении наилучших его технологических свойств (Peró et al, 2005; Horwat et al, 2006; Dojczew et al, 2007). Учитывая возросшие потребности населения в высококачественных хлебобулочных изделиях, а также развитие хлебного экспорта страны определяют необходимость производства зерна «сильных» и «ценных» сортов пшеницы (Малкандуев с соавт., 2022).

Проблема качества зерна остается актуальной и в аспекте возрождения традиций Саратовского хлебопечения. Саратовский калач по праву считается символом Саратова. В старину для настоящего Саратовского калача подходил только особый сорт твердой пшеницы — знаменитая Саратовская белотурка (Шамшитова с соавт., 2021). Однако, селекция твердой пшеницы ориентирована на решение проблем макаронной отрасли. Мясникова с соавт. (2019) полагают, что концентрация каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы определяет до 30,0% качества конечной продукции (Fu, 2014). В результате, селекционеры, увеличивая количество каротиноидных пигментов в зерне твердой пшеницы, вытеснили белотурку. Поэтому, для возрождения традиций Саратовского хлебопечения необходимо подобрать сорт зерна твердой пшеницы.

В старину в рецептуре калача использовали смесь муки из сортов твердой пшеницы с мукой из сортов мягких в соотношении 25:75, что обеспечивало особые свойства изделию, качество которого оценивали сжатием калача при высоте 40 см до толщины лепешки, по восстановлению пер-

воначальной формы (Гапонов & Шутарева, 2017; Трекина с соавт., 2022). Белково-крахмальный матрикс влияет на структурно-механические свойства готовых хлебобулочных изделий (Пашенко, 2000). Поэтому необходимо определить реологические свойства полуфабриката при добавлении муки из зерна твердой пшеницы. Оценку перспективности селекции твердой пшеницы хлебопекарного назначения изучали и ученые Самарского НИИСХ (Шаболкина с соавт., 2015). Отмечается, что использование в помольных смесях сортов зерна твердой пшеницы положительно повлияло на структуру мякиша: эластичная и хорошо восстанавливающаяся. При этом высокие хлебопекарные качества были отмечены в варианте, где в качестве улучшителя использовался сорт твердой пшеницы Безенчукская 182, и по результатам исследований установлено оптимальное соотношение муки из мягкой и твердой пшеницы 1:2 (Шаболкина с соавт., 2015).

Реологические характеристики тестовых полуфабрикатов зависят от свойств клейковины, в частности, соотношением и взаимодействием глютенина и глиаина, имеющих важное значение при формировании вязкоупругих свойств полуфабрикатов (например, удержание углекислого газа, выделяющегося при брожении теста) и качества конечного продукта. Глиадины влияют на вязкость и растяжимость теста, а глютенины обладают когезионными свойствами и способствуют приданию тесту прочности и эластичности (Biesiekierski, 2017; Shewry et al., 2007). Твердая пшеница содержит больше белка глиаина, который отвечает за растяжимость теста и совсем немного глютенина, отвечающего за упругость и эластичность, что очень важно для улучшения упругих свойств Саратовского калача.

Цель данного исследования — определение смесительной способности различных сортов твердой и мягкой пшеницы на основе реологического профиля полуфабрикатов для производства Саратовского калача. В задачу исследований входило: (1) оценить реологические свойства полуфабрикатов из муки твердой и мягкой пшеницы на фаринографе и альвеографе; (2) выявить смесительную ценность сортов твердой пшеницы и обосновать количественные соотношения компонентов (твердая пшеница — мягкая пшеница) в помольных смесях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в лабораториях качества зерна и селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока».

Объект

В качестве объектов исследования использовали сорта яровой твердой пшеницы лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»: Елизаветинская, Луч 25, Гордеиформе 432; сорта мягкой пшеницы Александрит и Фаворит лаборатории генетики и цитологии ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»; сорт мягкой пшеницы Агро СП, выведенный селекционерами ФГБОУ ВО «Вавиловский университет».

Процедура, методы и инструменты

Содержание белка определяли на анализаторе зерна Инфратек 1241. Водопоглотительную способность мучных смесей и такие показатели рео-

логических свойств тестовых полуфабрикатов, как время образования теста, консистенция, устойчивость, степень разжижения через 10 мин после старта и через 12 мин после максимума, показатели качества определяли с использованием фаринографа по ГОСТ ISO 5530-1-2013¹. Определение реологических свойств с применением альвеографа по ГОСТ Р 51415-99². Показатели качества зерна мягкой и твердой пшеницы оценивали по ГОСТ 9353-2016³ и представлены в Таблица 1.

Согласно Таблице 1, натура зерна высокая у всех сортов пшеницы, кроме сорта мягкой пшеницы Агро СП, у которого этот показатель соответствует 4 классу. По стекловидности зерно сортов яровой мягкой пшеницы можно отнести к 1 классу, тогда как сорта яровой твердой пшеницы Елизаветинская и Гордеиформе 432 относятся к 3 классу, а сорт Луч 25 по этому показателю относится к 4 классу. Видимо погодные условия вегетационного периода не позволили сформировать зерно с высокой стекловидностью.

Варианты различного соотношения муки из сортов мягкой и твердой пшеницы представлены в Таблице 2.

Таблица 1

Показатели качества зерна мягкой и твердой пшеницы

Название материала	Натура, г/л	Стекловидность, %	Содержание белка в зерне, %	Количество клейковины в зерне, %	Качество клейковины, ед. пр. ИДК-3М	Число падения, сек
<i>Яровая мягкая пшеница</i>						
Александрит (ур. 2022 г.)	814	82	15,7	34,0	95,6	365
Агро СП (ур. 2021 г.)	717	71	16,3	34,0	100	664
Фаворит (ур. 2022 г.)	815	64	14,6	31,6	93,1	343
<i>Яровая твердая пшеница</i>						
Елизаветинская (ур. 2022 г.)	777	73	14,0	20,0	110,9	480
Луч 25 (ур. 2022 г.)	811	64	12,0	21,6	109,1	460
Гордеиформе 432 (ур. 2022 г.)	800	71	13,5	22,0	104,8	596

¹ ГОСТ ISO 5530-1-2013. (2013). *Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Часть 1. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа*. М.: Стандартинформ.

² ГОСТ Р 51415-99. (2001). *Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа*. М.: Стандартинформ.

³ ГОСТ 9353-2016. (2016). *Пшеница. технические условия*. М.: Стандартинформ.

Таблица 2

Варианты опыта

№ п/п	Сорта мягкой пшеницы	Сорта твердой пшеницы		
		Елизаветинская	Луч 25	Гордеиформе 432
1	Александрит	75:25		
2	Александрит	85:15		
3	Александрит		75:25	
4	Александрит		85:15	
5	Александрит			75:25
6	Александрит			85:15
7	Агро СП	75:25		
8	Агро СП	85:15		
9	Агро СП		75:25	
10	Агро СП		85:15	
11	Агро СП			75:25
12	Агро СП			85:15
13	Фаворит	75:25		
14	Фаворит	85:15		
15	Фаворит		75:25	
16	Фаворит		85:15	
17	Фаворит			75:25
18	Фаворит			85:15

В качестве контрольного образца использовали смесь муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта торговой марки «Макфа» с мукой из зерна твердой пшеницы торговой марки «С. Пудовъ» в соотношении 75:25. Размол помольных смесей представленных сортов зерна мягкой и твердой пшеницы различного соотношения проводили на лабораторной мельнице «Квадрумат Сениор», где для высевания муки установлено сито с номинальным размером отверстий ячеек в 160 мкм.

Анализ данных

Статическая обработка данных проводилась с помощью программ Excel и STATISTICA 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Учеными ФГБНУ «Федерального аграрного научного центра Юго-Востока» установлены критерии отбора сортов зерна твердой пшеницы «для производства спагетти с повышенной прочностью», с оптимальным значением стекловидности не менее 80 %, содержанием сырой клейковины 41–43 %, и содержанием белка в диапазоне 15–17 %. Для показателя усилие перекуса спагетти оптимальное качество сырой клейковины в пределах 74–82 ед. пр. ИДК-1» (Садыгова с соавт., 2021). Поэтому необходимо установить критерии отбора сортов твердой пшеницы для производства Саратовского калача. После размол зерна и отлежки муки определили в них содержание клейковины и ее качество.

На первом этапе исследований провели лабораторные помолы представленных образцов зерна мягкой и твердой пшеницы на лабораторной мельнице Quadrumat Junior и Senior. В качестве обязательной гидротермической обработки зерна применяли холодное кондиционирование со следующими параметрами: расчетная влажность для зерна мягкой пшеницы — 14 %, твердой пшеницы — 15 %, время отволаживания — 12 ч для мягкой пшеницы, 16 ч для твердой пшеницы. Выход муки стандартный для данных видов мельниц 66–70 % для мягкой пшеницы, 42–45 % для твердой пшеницы. Мука из твердой пшеницы (дурум) высшего сорта соответствует ГОСТ 31463–2012⁴, получена на мельнице лабораторной Quadrumat Junior путем прохода через сито лабораторное из сетки проволоочной стальной тканой по ТУ 14–4–1374⁵ размер стороны ячейки 0,25.

Результаты определения содержания клейковины в муке, полученной из различных сортов зерна мягкой пшеницы, представлены на Рисунке 1.

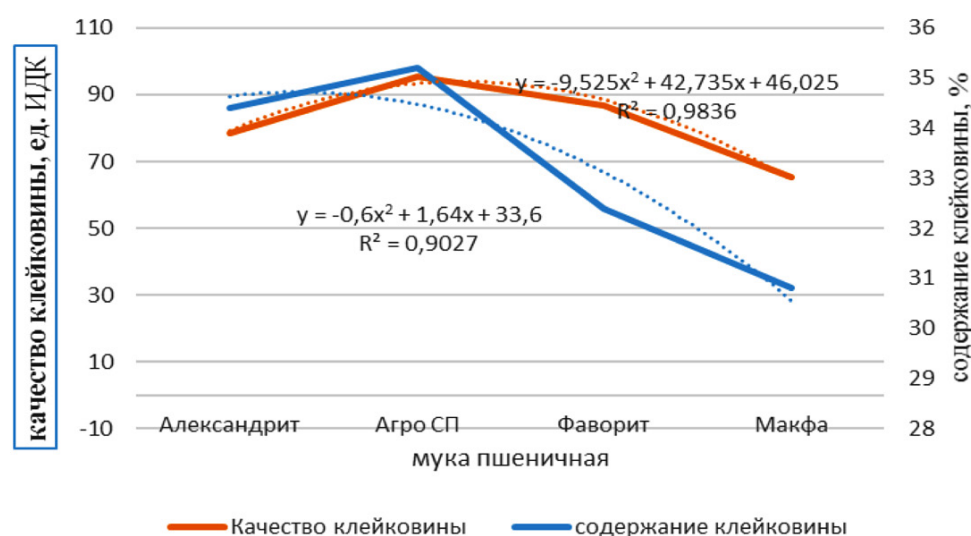
Как видно, из данных графика, высокое содержание клейковины в муке из зерна яровой мягкой пше-

⁴ ГОСТ 31463–2012. (2012). *Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

⁵ ТУ 14–4–1374–86. (1992). *Сетка тканая для мукомольной промышленности*. <https://td-mc.ru/gost/tu-14-4-1374-86>

Рисунок 1

Содержание и качество клейковины в муке пшеничной



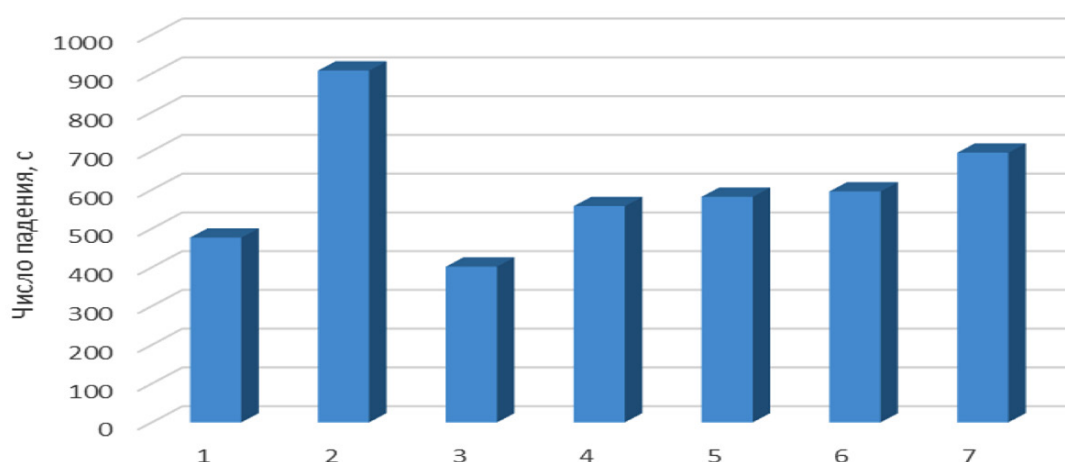
ницы сорта Агро СП-35,2%, выше на 1,6% по сравнению с мукой из зерна сорта Фаворит, на 3,6% по сравнению с мукой из зерна сорта Александрит, на 4,4% по сравнению с мукой пшеничной торговой марки «Макфа». Однако, качество клейковины муки пшеничной торговой марки оценивается, как хорошая, тогда как качество клейковины остальных образцов — удовлетворительная слабая, особенно у муки из зерна сорта Агро СП — 95,3 ед. пр. ИДК.

Для более полного изучения хлебопекарных свойств муки из различных сортов мягкой и твердой пшеницы и муки торговой марки Макфа исследовали их амилолитическую активность, результаты которых представлены на Рисунке 2.

Особенно резкое увеличение вязкости наблюдалось у муки с высоким содержанием клейковины (из зерна сорта пшеницы Агро СП). Ямашев с соавт. (2020) предполагают, что «большое количество белка оставляет меньше свободной влаги в суспензии,

Рисунок 2

Показатель число падения муки



Примечание. 1 — Александрит; 2 — Агро СП; 3 — Фаворит; 4 — Елизаветинская; 5 — Луч 25; 6 — Гордеи-форме 432; 7 — Макфа

и она, свою очередь, связывается оклейстеризованным крахмалом, что отражается в увеличении вязкости».

Оценку смесительной способности муки из сортов яровой твердой пшеницы провели на основе результатов фаринографической и альвеографической оценок сформированных мучных смесей из зерна мягкой и твердой пшеницей. Как известно, одним из основных характеристик хлебопекарных свойств пшеничной муки, является сила муки, определяемая не только содержанием в ней клейковины, но и ее качеством, от которого в значительной степени зависит водопоглотительная способность муки при замесе, формирование теста, газоудерживающая способность (Мелешкина, 2011; Мелешкина с соавт.,

2013; Мелешкина, 2016; Мелешкина с соавт., 2016; Болдина с соавт., 2016; Маслов с соавт., 2022).

Дисперсность муки влияет на ВПС муки и впоследствии определяет консистенцию теста. В предыдущих исследованиях была использована мука торговой марки Белес (Казахстан), соответствующая высшему сорту, соответственно, ВПС муки была ниже: при добавлении муки из зерна твердой пшеницы сорта Елизаветинская в количестве 10% составляла 65,8%, а при 20% — 65,4%, тогда как в данном случае при смеси муки из мягкой пшеницы сорта Александрит и муки из твердой пшеницы сорта Елизаветинская в количестве 25% ВПС муки выше на 9%, что подтверждает влияние дисперсности муки на этот показатель (Трекина с соавт., 2022).

Таблица 3

Результаты исследования реологических свойств теста из различных вариантов соотношений муки из зерна мягкой и твердой пшеницы на фаринографе

№ п/п	Соотношение сортов зерна мягкой и твердой пшеницы	Показатели качества теста				Число вальориметра, е.в.
		ВПС, %	Время образования теста, мин	Устойчивость, мин	Разжижение, ед.ф.	
1	Александрит 75 % + Елизаветинская 25 %	71,6	7,5	1,5	80	72
2	Александрит 85 % + Елизаветинская 15 %	70,6	6,5	2,5	75	72
3	Александрит 75 % + Луч 25 — 25 %	69,4	5,5	1,5	80	65
4	Александрит 85 % + Луч 25 — 15 %	69,8	5,5	1,5	75	65
5	Александрит — 75 % + Гордеиформе 432 — 25 %	68,8	5,0	1,5	70	63
6	Александрит — 85 % + Гордеиформе 432 — 15 %	69,6	6,0	2,0	65	70
7	Агро СП — 75 % + Елизаветинская 25 %	66,0	9,5	2,5	70	82
8	Агро СП — 85 % + Елизаветинская 15 %	66,0	10,5	2,5	70	84
9	Агро СП — 75 % + Луч 25 — 25 %	65,4	7,5	2,5	80	76
10	Агро СП — 85 % + Луч 25 — 15 %	65,2	9,5	3,0	70	83
11	Агро СП — 75 % + Гордеиформе 432 + 25 %	61,6	8,0	2,5	65	72
12	Агро СП — 85 % + Гордеиформе 432 + 15 %	67,6	11,0	2,0	75	84
13	Фаворит 75 % + Елизаветинская 25 %	68,6	3,5	2,0	100	57
14	Фаворит 85 % + Елизаветинская 15 %	68,0	4,5	1,5	85	60
15	Фаворит 75 % + Луч 25 — 25 %	67,8	4,0	1,0	100	55
16	Фаворит 85 % + Луч 15 — 15 %	67,6	4,0	1,5	90	57
17	Фаворит 75 % + Гордеиформе 25 %	68,8	4,5	1,5	95	59
18	Фаворит 85 % + Гордеиформе 15 %	69,0	4,5	1,0	90	57
19	Мука пш «Макфа»	67,4	10,5	5,0	85	89
20	Мука из тв.пшеницы (дурум) «С.Пудовъ»	66,0	5,0	1,0	105	59
21	«Макфа» 75 %+ «С.Пудовъ» 25 %	68,2	7,5	2,5	85	76
22	«Макфа» 85 %+ «С.Пудовъ» 15 %	67,6	8,5	2,0	75	77

На следующем этапе исследований определяли реологические свойства сформированных мучных смесей из различных сортов зерна мягкой и твердой пшеницы. Результаты исследования реологических свойств теста из различных вариантов соотношений муки из зерна мягкой и твердой пшеницы на фаринографе представлены в Таблице 3.

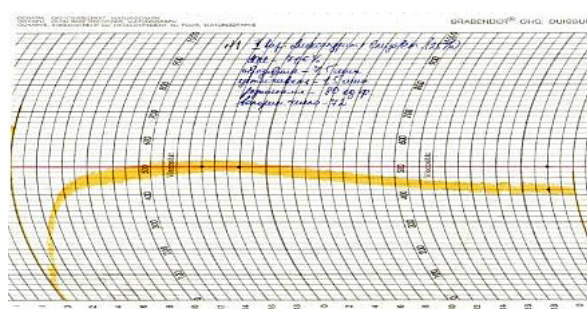
Высокое содержание белка в муке из зерна яровой мягкой пшеницы Агро СП обуславливает продолжительность образования теста с 7,5 до 11 мин, то есть более длительный процесс фор-

мирования белково-крахмального матрикса. Показатель водопоглощения определяет количество воды, которое необходимо для получения теста требуемой консистенции. Высокий показатель влагопоглощения особенно у образцов 1 и 2, при смешивании сорта яровой мягкой пшеницы Александрит и сорта яровой твердой пшеницы Елизаветинская.

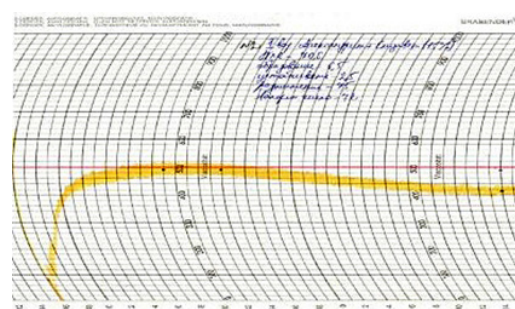
Устойчивость теста (стабильность) — это продолжительность времени от максимальной точки образования теста до начала падения кривой, т.е. до начала

Рисунок 3

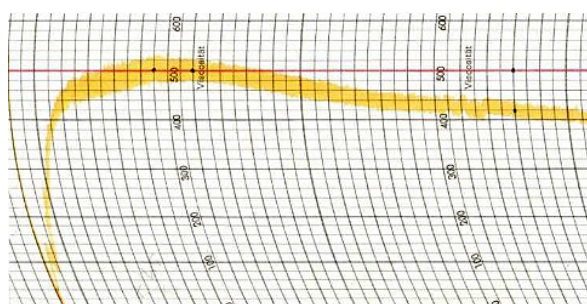
Фаринограммы муки из сорта мягкой пшеницы Александрит с добавлением муки из сорта твердой пшеницы Елизаветинская



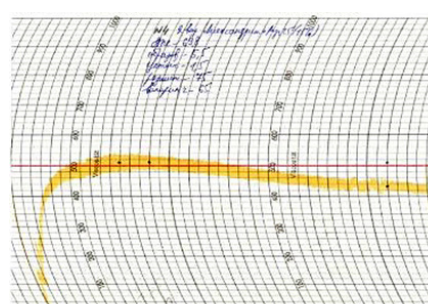
1



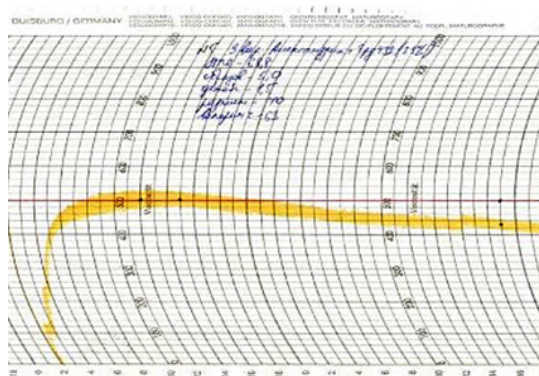
2



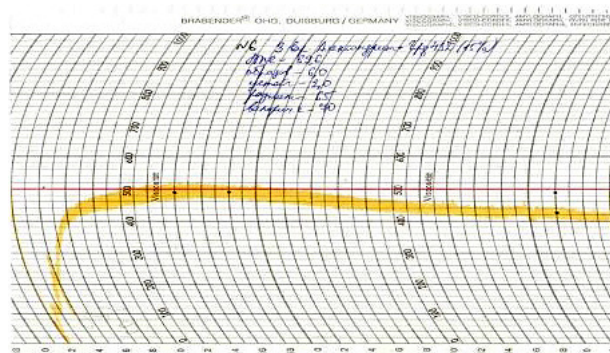
3



4



5

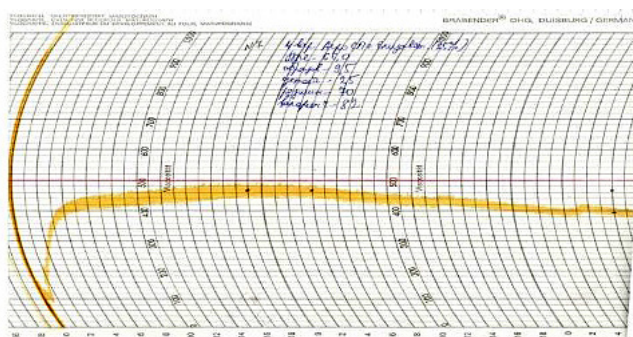


6

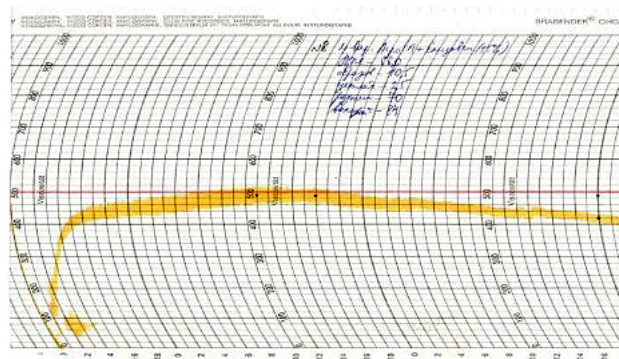
Примечание. 1 — 25 %; 2 — 15 % : Луч 25; 3 — 25 %, 4 — 15 %: Гордеиформе 432; 5 — 25 %, 6 — 15 %

Рисунок 4

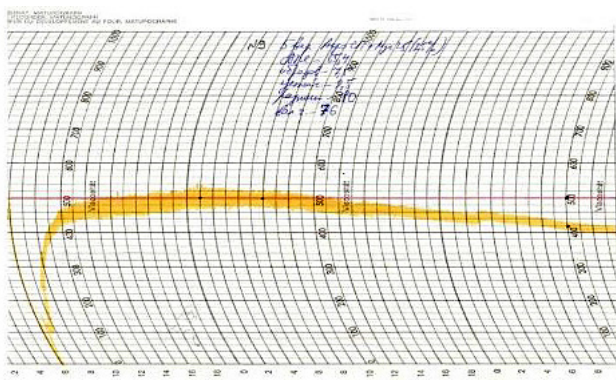
Фаринограммы муки из сорта мягкой пшеницы Агро СП с добавлением муки из сорта твердой пшеницы Елизаветинская



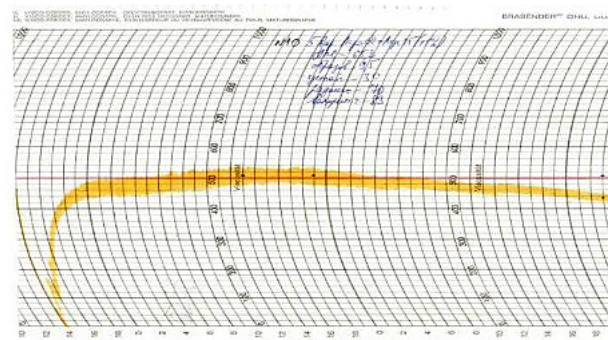
7



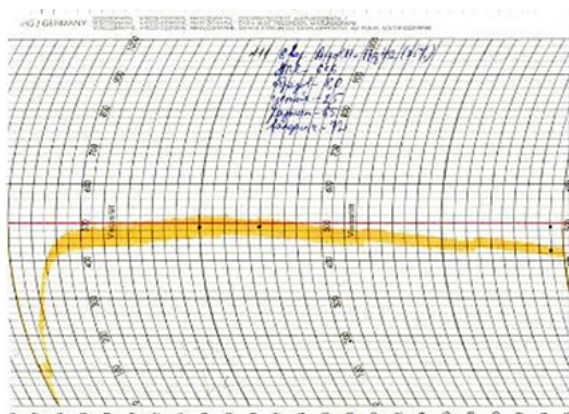
8



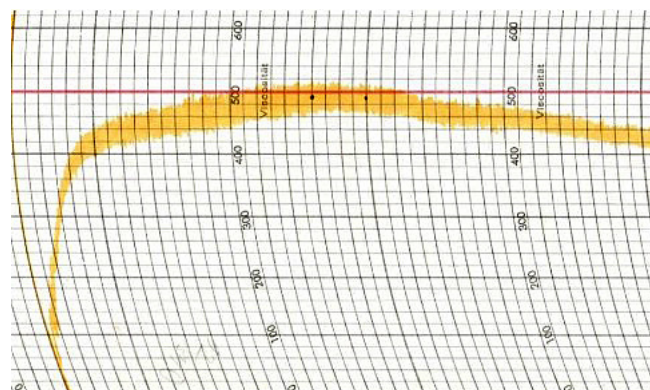
9



10



11

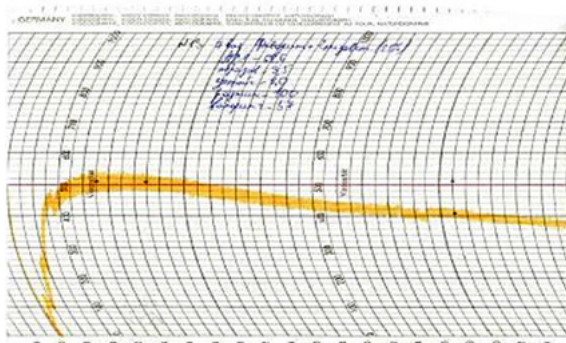


12

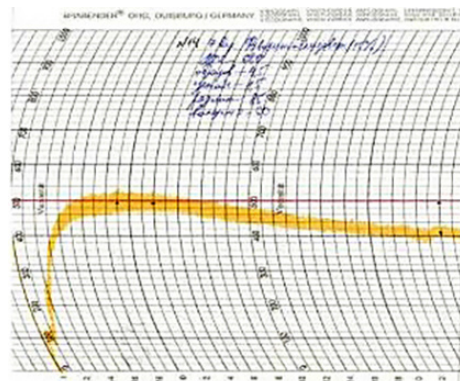
Примечание. 7 – 25%; 8 – 15% : Луч 25: 9 – 25%, 10 – 15%: Гордеиформе 432: 11 – 25%, 12 – 15%

Рисунок 5

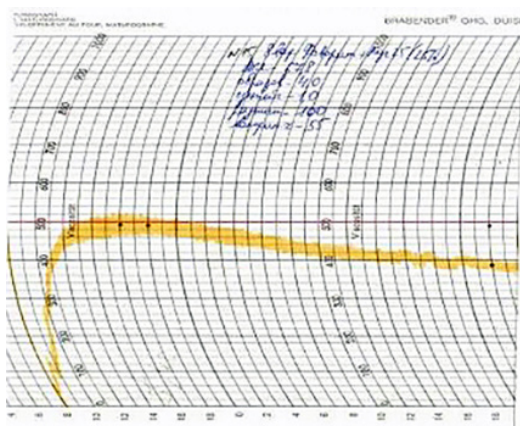
Фаринограммы муки из сорта мягкой пшеницы Агро СП с добавлением муки из сорта твердой пшеницы Елизаветинская



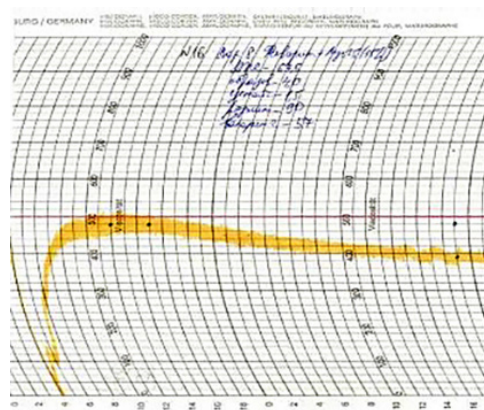
13



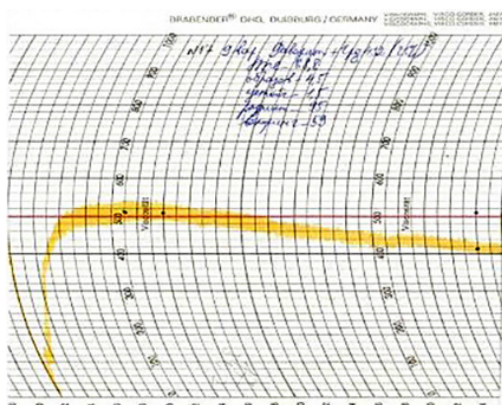
14



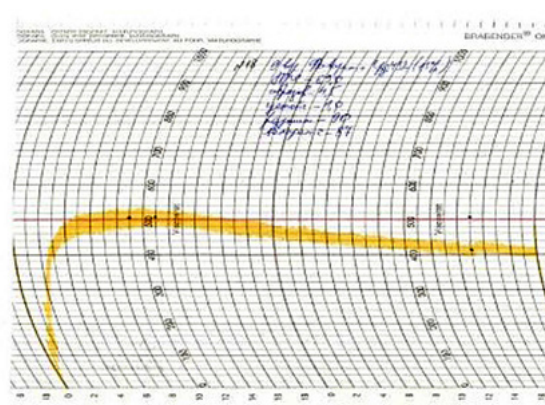
15



16



17



18

Примечание. 13 – 25%; 14 – 15% : Луч 25; 15 – 25%, 16 – 15%: Гордеиформе 432; 17 – 25%, 18 – 15%

разжижения (Анисимова & Солтан, 2016; Туляков, 2017; Туляков с соавт., 2017; Никонорова, 2021).

Из данных Таблицы 3, этот показатель соответствует сильной пшенице у вариантов муки пшеничной торговой марки Макфа и при смешивании муки из зерна мягкой пшеницы Агро СП с мукой из зерна твердой пшеницы Луч 25 в соотношении 85:15 (Рисунки 3–5). Следовательно, для других вариантов можно рекомендовать более сокращённый процесс брожения теста. Однако, показатель «разжижение теста» для сильной муки должен быть не более 80 ед. ф. По этому показателю уступают всем вариантам мучные смеси из зерна мягкой пшеницы Фаворит с мукой из зерна твердой пшеницы сортов Елизаветинская, Луч 25 и Гордеиформе 432 при различных соотношениях и пшеничная мука торговой марки Макфа.

Единым обобщающим показателем для характеристики физических свойств теста является величина площади, занимаемой фаринограммой. По этому показателю вышеуказанные варианты характеризуются, как средние по качеству.

Результаты исследования реологических свойств теста на альвеографе представлены в Таблице 4.

Мука из твердой пшеницы положительно влияет на растяжимость и упругость полуфабриката, что наглядно представлено на Рисунке 6.

Отличительной особенностью определения реологических свойств теста на альвеографе по сравнению с фаринографом является то, что в данном методе тесто растягивается во всех направлениях, а не только вдоль одной оси. Растяжение во всех

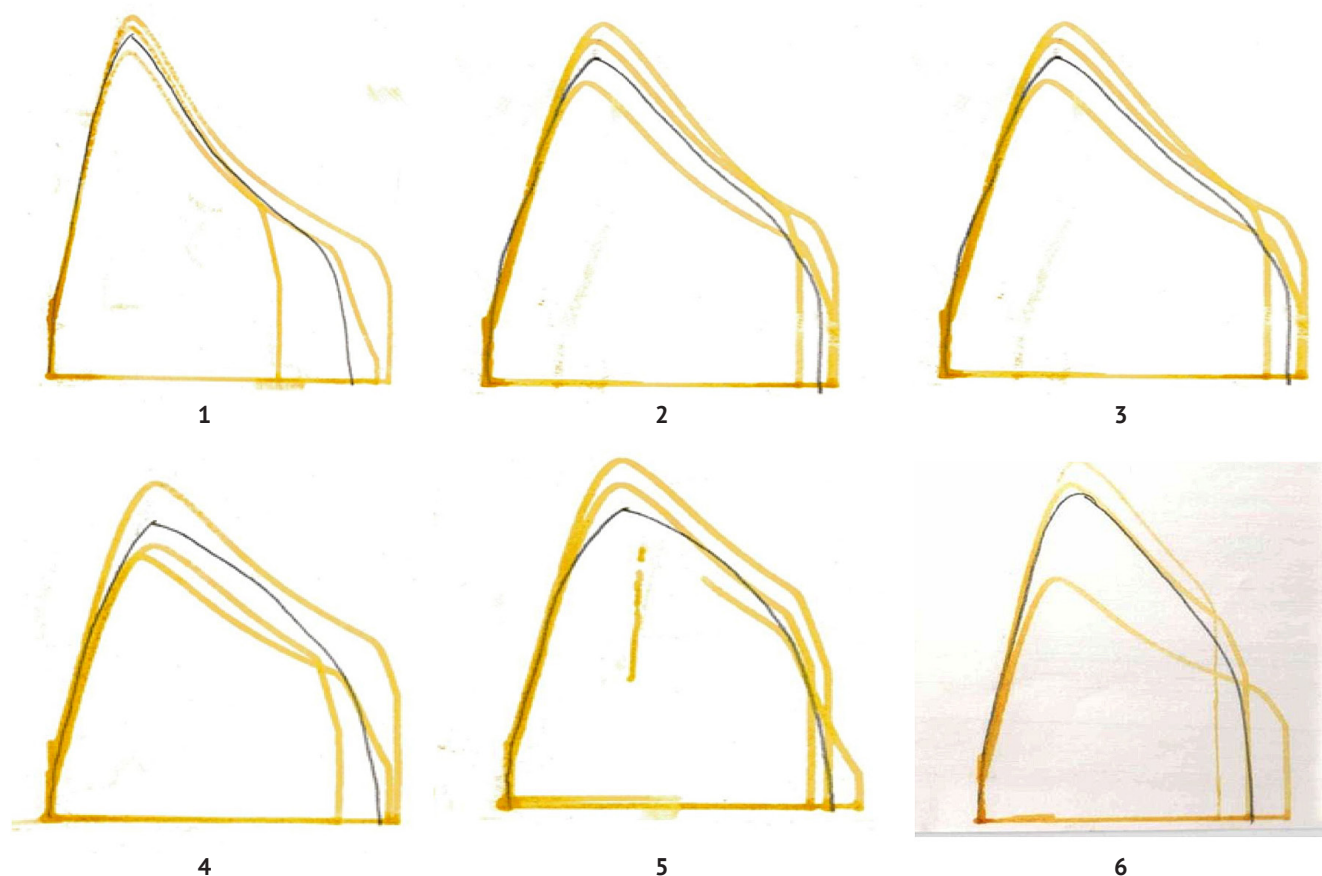
Таблица 4

Результаты исследования реологических свойств теста из мучных смесей различного соотношения на альвеографе

№ п/п	Название материала	Показатели альвеографа		
		P, мм	P/L	W, е.а.
1	Александрит 75 % + Елизаветинская 25 %	77,0	1,17	190
2	Александрит 85 % + Елизаветинская 15 %	85,8	1,23	229
3	Александрит 75 % + Луч 25 – 25 %	78,1	1,32	190
4	Александрит 85 % + Луч 25 – 15 %	104,5	1,90	242
5	Александрит – 75 % + Гордеиформе 432 – 25 %	88,0	1,54	203
6	Александрит – 85 % + Гордеиформе 432 – 15 %	83,6	1,52	196
7	Агро СП 75 % + Елизаветинская 25 %	60,5	0,98	150
8	Агро СП 85 % + Елизаветинская 15 %	66,0	1,20	150
9	Агро СП 75 % + Луч 25 – 25 %	62,7	1,31	131
10	Агро СП 85 % + Луч 25 – 15 %	64,9	1,35	144
11	Агро СП 75 % + Гордеиформе 432 + 25 %	70,4	1,60	131
12	Агро СП 85 % + Гордеиформе 432 + 15 %	64,9	1,55	124
13	Фаворит 75 % + Елизаветинская 25 %	47,3	0,74	105
14	Фаворит 85 % + Елизаветинская 15 %	56,1	0,95	131
15	Фаворит 75 % + Луч 25 – 25 %	53,9	1,20	98
16	Фаворит 85 % + Луч 15 – 15 %	56,1	0,97	137
17	Фаворит 75 % + Гордеиформе 25 %	48,0	1,02	118
18	Фаворит 85 % + Гордеиформе 15 %	62,7	1,25	131
19	Мука пш. «Макфа»	82,5	1,38	229
20	Мука из тв. пшеницы (дурум) «С.Пудовъ»	45,1	1,0	85
21.	«Макфа» 75 %+ «С.Пудовъ» 25 %	84,7	1,63	196
22.	«Макфа» 85 %+ «С.Пудовъ» 15 %	84,7	1,73	177

Рисунок 6

Альвеограммы муки из сорта мягкой пшеницы Александрит с добавлением муки из сорта твердой пшеницы Елизаветинская



Примечание. 2 – 15 % : 4 – Луч 15: 4 – Гордеиформе 15 %: муки из сорта Агро СП с Елизаветинской 15 % – 8; Луч 25 – 15 % 10, Макфа+Пудов 25 % – 21

направлениях характерно для теста и в процессе брожения (Туляков, 2017). Полученные результаты на альвеографе коррелировали с показателями реологических свойств теста на фаринографе. Определена статистически достоверная отрицательная зависимость между показателями альвеографа и показателями качества фаринографа которая составила $R = -0,96$.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они могут быть использованы в процессе производства Саратовского калача на основе смесительной способности муки из зерна яровой мягкой и твердой пшеницы различного соотношения, при расчете количества воды на замес тестовых полуфабрикатов и определении продолжительности замеса. Рекомендуются следующие

мучные смеси для производства Саратовского калача: на основе муки из зерна мягкой пшеницы Александрит с мукой из зерна твердой пшеницы Александрит-Елизаветинская, Александрит-Луч 25 и Александрит-Гордеиформе 432 в соотношениях 85:15; на основе муки из зерна мягкой пшеницы Агро СП с добавлением муки из зерна твердой пшеницы Агро СП – Елизаветинская и Агро СП-Луч 25 в соотношениях 85:15. Рекомендуемые мучные смеси из различных сортов зерна мягкой и твердой пшеницы отличаются не только оптимальными технологическими параметрами, но и экономической эффективностью, т.к. мука из зерна твердой пшеницы дороже в 1,5–2 раза, чем мука из зерна мягкой пшеницы.

ВЫВОДЫ

Результаты экспериментальных данных реологических показателей сформированных мучных смесей, полученных на альвеографе и фаринографе, позволяют подобрать оптимальные соотношения различных саратовских районированных сортов зерна мягкой и твердой пшеницы для составления композитных мучных смесей и производства Саратовского калача. При этом удастся прогнозировать повышение формоустойчивости и удельного объема Саратовского калача, что приведет к улучшению его упругих свойств.

Установлено, что составление мучной смеси для производства Саратовского калача на основе муки, полученной из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Елизаветинская, из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Луч 25, из зерна мягкой пшеницы сорта Александрит и зерна твердой пшеницы сорта Гордеиформе 432 в соотношениях 85:15, а также мука, полученная из зерна мягкой пшеницы сорта Агро СП в смеси с мукой из сортов зерна твердой пшеницы Елизаветинская, из зерна мягкой пшеницы сорта Агро СП и зерна твердой пшеницы сорта Луч 25 в соотношениях 85:15, являются наиболее выгодными как с технологической, так и с экономической стороны. Выявлено, что показатели реологических свойств сформированных образцов хлебопекарной муки, полученных на альвеографе и фаринографе, позво-

ляют получить оптимальное соотношение помольной смеси зерна мягкой и твердой пшеницы для производства Саратовского калача.

Целесообразно продолжить дальнейшие исследования в направлении изучения смесительной способности муки из зерна мягкой и твердой пшеницы для определения газообразующей и газоудерживающей способностей, а также исследования влияния структурно-механических свойств тестовых полуфабрикатов в процессе брожения и расстойки на показатели качества готовой продукции. Будет продолжена работа с целью изучения индивидуальных электрофоретических спектров белковых фракций пшеницы, что позволит выработать критерии к эталонному электрофоретическому спектру для исследуемых сортов и видов пшеницы.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Садыгова Мадина Карипуловна: аналитический обзор литературных источников, анализ экспериментальных данных, корректировка рукописи.

Сибикеев Сергей Николаевич, Шутарева Галина Ивановна: администрирование и разработка концепции исследования, корректировка рукописи.

Андреева Любовь Владимировна, Догадин Анатолий Юрьевич: проведение экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Алтухов А. И. (2017). Производству высококачественной пшеницы необходима государственная поддержка. *Зернобобовые и крупяные культуры*, (3), 15–23.
- Altukhov A. I. (2017). The production of high-quality wheat requires government support. *Leguminous and cereal crops*, (3), 15–23. (In Russ.)
- Анисимова, Л. В., & Солтан, О. И. А. (2016). Реологические свойства теста из смеси пшеничной и цельносмолотой овсяной муки. *Ползуновский вестник*, (3), 9–13.
- Anisimova, L. V., & Soltan, O. I. A. (2016). Rheological properties of dough made from a mixture of wheat and whole-ground oat flour. *Polzunovsky Bulletin*, (3), 9–13. (In Russ.)
- Болдина, А. А., Сокол, Н. В., & Санжаровская, Н. С. (2016). Влияние рисовой мучки на хлебопекарные свойства пшеничной муки. *Техника и технология пищевых производств*, 40(1), 5–10.
- Boldina, A. A., Sokol, N. V., & Sanzharovskaya, N. S. (2016). The influence of rice flour on the baking properties of wheat flour. *Equipment and Technology of Food Production*, 40(1), 5–10. (In Russ.)
- Гапонов, С. Н., & Шутарева, Г. И. (2017). Основные достижения и направления селекции яровой твердой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*, (4), 17–21.
- Gaponov, S. N., & Shutareva, G. I. (2017). Main achievements and directions of selection of spring durum wheat. *Grain Farming in Russia*, (4), 17–21. (In Russ.)
- Кравченко, Н.С., Самофалов, А.П., Игнатьева, Н.Г., & Васюшкина, Н.Е. (2016). Физические и мукомольные свойства зерна сортов озимой мягкой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*, 5(147), 11–17.
- Kravchenko, N.S., Samofalov, A.P., Ignatieva, N.G., & Vasyushkina, N.E. (2016). Physical and milling properties

- of grain of winter soft wheat varieties. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 5(147), 11–17. (In Russ.)
- Малкандуев, Х. А., Шамурзаев, Р. И., & Малкандуева, А. Х. (2022). Понятие и требования к качеству зерна пшеницы. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук*, (6), 203–216. <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-6-110-203-216>
- Malkanduev, H. A., Shamurzaev, R. I., & Malkandueva, A. H. (2022). The concept and requirements for the quality of wheat grain. *Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, (6), 203–216. (In Russ.) <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2022-6-110-203-216>
- Маслов, А. В., Мингалеева, З. Ш., Ямашев, Т. А., & Шибаева, Н. Ф. (2022). Изучение влияния комплексной растительной добавки на свойства мучных смесей и пшеничного теста. *Техника и технология пищевых производств*, 52(3), 511–525. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2385>
- Maslov, A. V., Mingaleeva, Z. Sh., Yamashev, T. A., & Shibaeva, N. F. (2022). Studying the influence of a complex plant additive on the properties of flour mixtures and wheat dough. *Equipment and technology of food production*, 52(3), 511–525. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2385>
- Мелешкина, Е. П. (2009). Современные аспекты качества зерна пшеницы. *Аграрный вестник Юго-Востока*, (3), 4–7.
- Meleshkina, E. P. (2009). Modern aspects of wheat grain quality. *Agrarian Bulletin of the South-East*, (3), 4–7. (In Russ.)
- Мелешкина, Е. П. (2011). Нужно ли нам качество зерна. *Хлебопродукты*, (6), 12–16.
- Meleshkina, E. P. (2011). Do we need grain quality? *Bakery Products*, (6), 12–16. (In Russ.)
- Мелешкина, Е. П. (2016). О новых подходах к качеству пшеничной муки. *Контроль качества продукции*, (11), 13–18.
- Meleshkina, E. P. (2016). On new approaches to the quality of wheat flour. *Product Quality Control*, (11), 13–18. (In Russ.)
- Мелешкина, Е. П., & Ветёлкин, Г. В. (2016). Современные методы, средства и нормативы в области оценки качества зерна и зернопродуктов. *Хлебопродукты*, (7), 16–17.
- Meleshkina, E. P., & Vetyolkin, G. V. (2016). Modern methods, tools and standards in the field of assessing the quality of grain and grain products. *Bakery Products*, (7), 16–17. (In Russ.)
- Мелешкина, Е. П., Коломиец, С. Н., Шеленкова, Л. В., & Коваль, А. И. (2013). Целевое использование зерна и муки — требование времени. *Пищевая промышленность*, (9), 64–66.
- Meleshkina, E. P., Kolomiets, S. N., Shelenkova, L. V., & Koval, A. I. (2013). The targeted use of grain and flour is a requirement of the time. *Food Industry*, (9), 64–66. (In Russ.)
- Милащенко, Н. З., & Тусикин, С. В. (2018). Резервы производства высококачественного зерна пшеницы в российском земледелии. *Земледелие*, (7), 30–33.
- Milashhenko, N. Z., & Tusikin, S. V. (2018). Reserves for the production of high-quality wheat grain in Russian agriculture. *Agriculture*, (7), 30–33. (In Russ.)
- Мясникова, М. Г., Мальчиков, П. Н., Шаболкина, Е. Н., Анисимкина, Н. В., Розова, М. А., & Чახеева, Т. В. (2019). Результаты селекции твердой пшеницы в России на содержание каротиноидных пигментов в зерне. *Зерновое хозяйство России*, (6), 37–40. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40>
- Myasnikova, M. G., Malchikov, P. N., Shabolkina, E. N., Anisimkina, N. V., Rozova, M. A., & Chakhcheeva, T. V. (2019). Results of durum wheat selection in Russia for the content of carotenoid pigments in grain. *Grain Farming in Russia*, (6), 37–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-37-40>
- Никонорова, Ю. Ю. (2021). Исследование реологических свойств теста и хлеба из смеси муки пшеничной высшего сорта и сорговой муки. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, (4), 155–160. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-155-160>
- Nikonorova, Y. Y. (2021). Study of the rheological properties of dough and bread from a mixture of premium wheat flour and sorghum flour. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, (4), 155–160. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-4-155-160>
- Пашченко, Л. П. (2000). *Интенсификация технологических процессов в производстве хлеба*. Воронеж: ВГТА.
- Pashchenko, L. P. (2000). *Intensification of technological processes in bread production*. Voronezh: VGTA. (In Russ.)
- Прянишников, А. И. (2010). Качество зерна — источник здоровья нации. *Достижения науки и техники АПК*, (11), 16–17.
- Pryanishnikov, A. I. (2010). The quality of grain is the source of the health of the nation. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, (11), 16–17. (In Russ.)
- Садыгова, М. К., Гапонов, С. Н., Шутарева, Г. И., & Филина, Д. К. (2021). Технологический потенциал зерна яровой твердой пшеницы Саратовской селекции. *Техника и технология пищевых производств*, 51(4), 759–767. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-759-767>
- Sadigova, M. K., Gaponov, S. N., Shutareva, G. I., & Filina, D. K. (2021). Technological potential of spring durum wheat grain of Saratov selection. *Equipment and Technology of Food Production*, 51(4), 759–767. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-759-767>
- Трекина, Н. П., Садыгова, М. К., Шамшитова, Д. С., Андреева, Л. В., & Осыка, И. А. (2022). Влияние муки из зерна твердой пшеницы на реологические свойства полуфабриката хлебопекарного производства. *Известия вузов. Пищевая технология*, (4), 77–80.
- Trekin, N. P., Sadigova, M. K., Shamshitova, D. S., Andreeva, L. V., & Osyka, I. A. (2022). The influence of durum wheat flour on the rheological properties of semi-finished bakery

- products. News from universities. *Food Technology*, (4), 77–80. (In Russ.)
- Туляков, Д. Г. (2017). Биохимические и реологические свойства в оценке разных видов муки. *Хлебопродукты*, (6), 30–34.
- Tulyakov, D. G. (2017). Biochemical and rheological properties in the evaluation of different types of flour. *Bakery Products*, (6), 30–34. (In Russ.)
- Туляков, Д. Г., Мелешкина, Е. П., Витол, И. С., Панкратов, Г. Н., & Кандроков, Р. Х. (2017). Оценка муки из зерна тритикале на основе реологических свойств с использованием системы Миксолаб. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (1), 20–23.
- Tulyakov, D. G., Meleshkina, E. P., Vitol, I. S., Pankratov, G. N., & Kandrov, R. Kh. (2017). Evaluation of triticale grain flour based on rheological properties using the Mixolab system. *Storage and Processing of Agricultural Raw Materials*, (1), 20–23. (In Russ.)
- Шаболкина, Е. Н., Мальчиков, П. Н., & Мясникова, М. Г. (2015). Возможность использования зерна твёрдой пшеницы для хлебопечения. *Молодой ученый*, (22), 27–29.
- Shabolkina, E. N., Malchikov, P. N., & Myasnikova, M. G. (2015). Possibility of using durum wheat grain for baking. *Young Scientist*, (22), 27–29. (In Russ.)
- Шамшитова, Д. С., Садыгова, М. К., & Трекина, Н. П. (2021). Сравнительная оценка качества пшеничной муки для производства Саратовского калача. *Сурский вестник*, (4), 74–79.
- Shamshitova, D. S., Sadigova, M. K., & Trekina, N. P. (2021). Comparative assessment of the quality of wheat flour for the production of Saratov kalach. *Sursky Bulletin*, (4), 74–79. (In Russ.)
- Ямашев, Т. А. (2012). Исследование структурно-механических свойств теста из смеси пшеничной и гороховой муки с применением альвеографа. *Вестник Казанского технологического университета*, 15(24), 112–114.
- Yamashev, T. A. (2012). Study of the structural and mechanical properties of dough from a mixture of wheat and pea flour using an alveograph. *Bulletin of Kazan Technological University*, 15(24), 112–114. (In Russ.)
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 32(S1), 78–81. <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>
- Dojczew, D., & Sobczyk, M. (2007). The effect of proteolytic activity on the technological value of wheat flour from preharvest sprouted grain. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria*, 6(4), 45–53.
- Fu, B. X., Hatcher, D. W., Schlichting, L. (2014). Effects of sprout damage on durum wheat milling and pasta processing quality. *Canadian Journal of Plant Science*, 94, 545–553. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-094>
- Horwat, D., Jurković, Z., Drezner, G., Šimić, G., Novoselović, D., Dvojković, K. (2006). Influence of gluten proteins on technological properties of Croatian wheat cultivars. *Cereal Research Communications*, 34(2–3), 1177–1184. <https://doi.org/10.1556/CRC.34.2006.2-3.258>
- Pepó, P., Sipos, P., & Győri, Z. (2005). Effects of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary. *Cereal Research Communications*, 33(4), 825–832. <https://doi.org/10.1556/CRC.33.2005.2-3.154>
- Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S., & Tatham, A. S. (2002). The structure and properties of gluten: An elastic protein from. *Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences*, 357(1418), 133–142. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.1024>