

На правах рукописи



Жиганова Елена Сергеевна

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ
СОВРЕМЕННЫХ БИОРЕСУРСОВ САРАТОВСКОЙ
СЕЛЕКЦИИ**

4.3.3 Пищевые системы

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2026

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» на кафедре «Технологии продуктов питания»

- Научный руководитель:** доктор технических наук, доцент
Садыгова Мадина Карипулловна
- Официальные оппоненты:** доктор технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
Федотов Виталий Анатольевич
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции» ФГБОУ ВО «РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева»
Кандрокров Роман Хажсетович
- Ведущая организация:** ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»

Защита состоится: «26» марта 2026 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций 24.2.353.05 при ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302020 г. Орёл, Наугорское шоссе, д.29 ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (<https://oreluniver.ru>).

Отзывы на автореферат направлять в диссертационный совет по адресу: 302026, г. Орёл, ул. Комсомольская, д.95 E-mail: simonenkova1@mail.ru.

Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» <https://oreluniver.ru> и в сети интернет на сайте Министерства образования и науки РФ: <https://vak.minobrnauki.gov.ru> «23» января 2026 года.

Автореферат разослан «20» февраля 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета, к.т.н., доцент



А.П.Симоненкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Пищевая промышленность всегда сталкивается с одной из самых значимых задач – удовлетворение растущих потребностей населения в качественных и безопасных продуктах питания. Определяющим документом дальнейшего развития пищевой промышленности является «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации» до 2030 года, в котором приоритетными направлениями являются разработки технологий производства, направленных на повышение качества пищевой продукции и продвижение принципов здорового питания.

Согласно стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года определено, что необходимо сохранять независимость государства в критически важных сферах жизнеобеспечения за счет высокой результативности научных исследований и разработок путем практического применения полученных результатов. Поэтому, благодаря работе селекционных центров нашей страны, в настоящее время создан большой перечень сортов твердой пшеницы с высокими технологическими свойствами, отвечающими современным стандартам производства макаронных изделий. В свою очередь, селекционеры мягкой пшеницы, понимая проблему нехватки сырья, предлагают рынку зерна мягкую высокостекловидную пшеницу, с высокими качественными и цветовыми характеристиками зерна, что отвечает требованиям макаронных производств.

Таким образом, работа, направленная на изучение характеристик новых сортов яровой пшеницы, в соответствии с современными стандартами качества зерна, и разработка макаронных изделий, обладающих высокими потребительскими свойствами в соответствии с нормативными документами, при использовании крупки яровой мягкой высокостекловидной пшеницы, является актуальной.

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в решение проблемы расширения ассортимента сырья для макаронных изделий высокого качества для

макаронной продукции внесли такие ученые, как Н. С. Васильчук, С.Н. Гапонов, М. А. Розова, П.Н Мальчиков, В.С. Юсов и т.д. Исследованием качественных показателей зерна яровой пшеницы для производства макаронных изделий занимались С.Я. Корячкина, В.В. Мартиросян, П.В. Медведев, Г.М. Медведев, Г.А. Осипова, Д.В. Шнейдер, Т.Н. Малютина, В.Я. Черных, М.Б. Ребезов, Д.Р. Аптрахимов и др., однако недостаточно раскрыт потенциал использования новых перспективных сортов яровой пшеницы Саратовской селекции.

Цель диссертационной работы состояла в научно-практическом обосновании производства макаронных изделий на основе современных биоресурсов Саратовской селекции.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- обосновать выбор сырья для макаронных изделий по качественным характеристикам зерна яровой твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы Саратовской селекции;
- исследовать мукомольные свойства яровой твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы;
- изучить влияние физико-химических показателей зерна и крупки исследуемых сортов на варочные свойства, структурно-механические и цветовые характеристики макаронных изделий;
- провести сравнительную оценку твердозерности яровой твердой и высокостекловидной мягкой пшеницы;
- оптимизировать количество крупки мягкой пшеницы в композитных смесях на основе структурно-механических характеристик, цветовых параметров и варочных свойств макаронных изделий;
- оптимизировать рецептурные компоненты макаронных изделий из композитных смесей на основе регрессионного анализа;
- рассчитать социально-экономическую эффективность производства разработанных макаронных изделий, разработать техническую документацию на новый ассортимент макаронных изделий, провести их производственную апробацию.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты экспериментальных исследований качества сырья для производства макаронных изделий;
- результаты исследований на реологические показатели теста, варочные и структурно механические свойства полуфабрикатов;
- данные исследования показателя твердозерности, для комплексной оценки характеристик зерна для макаронной промышленности;
- данные исследования варочных, структурно-механических свойств и цветовых характеристик макаронных изделий из композитных смесей и математическая модель продукта на их основе;
- данные об экономической эффективности применения яровой мягкой высокостекловидной пшеницы для производства макаронной продукции.

Научная новизна. Впервые изучен технологический потенциал сортов яровых пшениц, созданных за последние 10 лет селекционерами ФАНЦ Юго-Востока, на соответствие современным стандартам макаронной промышленности; впервые обосновано применение показателя твердозерности как комплексного фактора отбора перспективных сортов яровой пшеницы Саратовской селекции для переработки на макаронные цели; впервые на основе исследований технологического потенциала сортов яровой пшеницы Саратовской селекции доказана возможность использования композитной смеси, содержащей крупку твердой пшеницы сорта Елизаветинская и крупку мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Александрит в соотношении 75:25 в технологии изготовления макаронных изделий. Новизна технических решений, представленных исследований подтверждена патентом РФ Патент РФ №2839859 «Смесь для изготовления макаронных изделий» от 30.05.2025.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований используются в учебном процессе на кафедре «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО Вавиловский университет. Разработан и утвержден комплект нормативной и

технической документации на макаронные изделия из композитной смеси: СТО 00493497-079-2025. Проведена промышленная апробация основных результатов исследований в макаронном цехе пищевого предприятия Саратовской области ООО «СМФ».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были представлены и проанализированы на конференциях различных уровней: на международных научно-практических конференциях: «Вавиловские чтения – 2021», «Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, 2021 г, 2022 г, 2025 г), «Состояние и пути развития производства и переработки продукции животноводства, охотничьего и рыбного хозяйства» (ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА, г. Улан-Удэ, 2022 г), «Актуальные вопросы современной науки» («НИЦ Вест-ник науки», г. Уфа, 2023 г), «Селекция и генетика культурных растений – 2023» (ФГБОУ ВО РГАУ МСХА, г. Москва, 2023 г), «Перспективные технологии продуктов питания на зерновой основе: функциональность, безопасность, качество» (ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, г. Москва, 2024 г); во всероссийской научно-практической конференции по итогам научно-исследовательской и производственной работы ППС 2021, 2022, 2023, 2024 кафедры «Технологии продуктов питания» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, 2022 г, 2023 г, 2024 г, 2025 г.); всероссийском молодежном научном форуме «Наука будущего – наука молодых» (г. Самара, 2024 г).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 4 в научных изданиях, входящих в список ВАК РФ; 1 – в других изданиях; 7 – в материалах международных и российских конференций. И 1 патент РФ.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученой степени содержит элементы научной новизны в рамках п. п. 4, 11, 12, 29 паспорта специальности 4.3.3 Пищевые системы.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на

165 страницах, содержит 35 таблиц и 34 рисунка. Список литературы включает 163 наименований, в том числе 23 зарубежных авторов.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре литературы проведен анализ качественных показателей зерна твердой пшеницы в соответствии с требованиями производств. Проведен анализ инновационных технологий с использованием дополнительного сырья.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводились в УНИЛ по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции» и в лаборатории на кафедре «Технологии продуктов питания» Вавиловского университета г. Саратов; в химико-аналитической лаборатории, лаборатории качества зерна и лаборатории селекции и семеноводства яровой твердой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» г. Саратов; в «Центре реологии пищевых сред» ФГАНУ НИИХП г. Москва. Структурная схема исследования представлена на рисунке 1.

2.1 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Зерно яровой твердой пшеницы сортов Саратовской селекции: Луч 25, Тамара, Памяти Васильчука, Краснокутка 13, Гордеиформе 432, Елизаветинская, Саратовская золотистая; зерно высокостекловидной яровой мягкой пшеницы сортов: Саратовская 70, Александрит; образцы муки, крупки, макаронного теста, выработанные из них. В работе использовали общепринятые, специальные и практикуемые в селекционном процессе органолептические, физико-химические, химические и реологические методы исследования свойств зерна, крупки, макаронного теста, полуфабрикатов и готовых длинных нитевидных макаронных изделий (спагетти). Определение характера связей между показателями свойств зерна и его макаронными достоинствами, а также для построения графиков применены программные продукты MS Excel 2007 и AgroS 2.09 2001.



Рисунок 1 – Схема эксперимента: 1 – определение содержания белка в зерне, 2 – определение содержания каротиноидов в зерне, 3– стекловидность зерна, 4 – масса 1000 зерен, 5- натура зерна, 6- определение количества и качества клейковины, 7 – микроSDS-седиментация шрота, 8 – определение цвета крупки, 9-миксограмма муки, 10 – определение органолептических (вкус, цвет, запах), физико-химических свойств полуфабрикатов (кислотность, сохранность формы), 11 – определение варочных свойств полуфабрикатов, 12 – структурных свойств макаронных изделий, 13 – определение цветовых характеристик полуфабриката

2.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.

2.2.1 Исследование технологического потенциала зерна и крупки сортов яровой пшеницы Саратовской селекции.

Определение физико-химических показателей качества зерна. По требованиям ГОСТ 9353-2016 на зерно для производства макаронной крупки к 1 классу относятся сорта яровой твердой пшеницы Гордеиформе 432, Саратовская золотистая, Луч 25, Памяти Васильчука, Тамара, Елизаветинская (табл. 1). Сорт Александрит формирует стабильно высокую стекловидность (86%), высокое содержание белка (15,8%), клейковины (36,7%), но по качеству клейковины соответствует 2 классу. К 3 классу зерна относятся сорта Краснокутка 13 и Саратовская 70, но по качеству клейковины к I группе относится сорт Саратовская 70. По показателю седиментации со слабой клейковиной сорта Гордеиформе 432 и Краснокутка 13 (менее 36 мл). Установлено, что исследуемые сорта соответствовали требованиям ГОСТ 9353-2016.

Таблица 1 – Показатели качества зерна пшеницы по ГОСТ 9353-2016 и дополнительным требованиям производств (2021-2024 гг.)

Название сорта	Напу- ра, г/л	Общ. стек- ть, %	Мас- совая доля белка, %	Кол-во клей- кови- ны, %	Кач-во клейков ины, ед ИДК	Микр. SDS- седим ентац ия, мл	Содерж каротин. пигм., мг/%
Гордеиформе 432	801	80	14,2	30,1	93,4	34	504,8
Сарат. золотистая	784	84	14,4	31,2	83,9	39	694,6
Луч 25	790	86	14,3	31,2	87,3	43	577,5
Пам. Васильчука	800	89	14,8	32,3	64,5	43	741,0
Тамара	806	85	13,6	29,2	83,5	37	752,7
Краснокутка 13	802	75	14,2	30,9	88,6	35	459,1
Елизаветинская	797	93	14,9	32,2	77,4	39	659,0
Саратовская 70	837	63	11,5	25,2	70,2	53	275,2
Александрит	790	83	15,8	36,7	82,6	40	653,5

По показателю белка выделяются сорта Александрит (15,8%), Памяти Васильчука (14,9%) и Елизаветинская (14,8%). Максимальное отклонение по содержанию каротиноидных пигментов в зерне от минимального необходимого показателя у сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 70 (-44,92%), а также у сорта Краснокутка 13 (8,17%). У остальных сортов оптимальное

значение показателя содержания каротиноидов. Однако, в соответствии с современными требованиями перерабатывающих производств выделяются сорта яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука, Елизаветинская и Тамара.

Выход крупки и его зависимость от показателей качества зерна. Согласно Правилам организации и ведения технологического процесса, на мельницах при 3-х сортном размоле зерна твердой и мягкой пшеницы по выходу в пределах нормы яровая твердая пшеница сортов Тамара (78,6%), Памяти Васильчука (78,3%), Елизаветинская (78,0%), Саратовская золотистая (77,9%) и Луч 25 (77,2%). (рис. 2).

Для макаронной промышленности при размоле мягкой высоко-стекловидной пшеницы соответствующий выход у сорта Александрит (75,4%). При этом по выходу крупки высшего и первого сортов, выделяются показатели яровой твердой пшеницы следую-

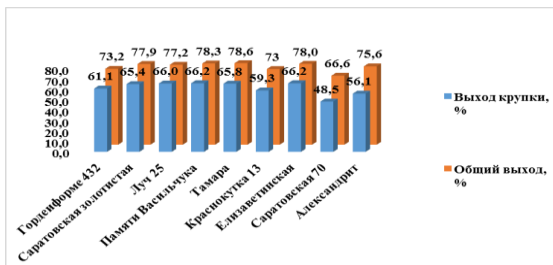


Рисунок 2 – Соотношение общего выхода размола и выхода макаронной крупки высшего и первого сортов исследуемых сортов (2021-2024 гг.)

щих сортов: Памяти Васильчука (66,2%), Елизаветинская (66,2%), Луч 25 (66,0%), Тамара (65,8%), Саратовская золотистая (65,4%). По сравнению с ними сорта яровой мягкой пшеницы Александрит и Саратовская 70 дают выход крупки меньше на 23,1-26,5%. Значимая корреляционная зависимость выхода крупки установлена с показателем массы 1000 зерен $r = 0,88 \dots 0,92$, стекловидности зерна $r = 0,76 \dots 0,83$, зольности $r = 0,90$.

Определение показателей качества крупки. Исследуемые виды сырья по вкусу и запаху, наличию металломагнитной и минеральной примеси, а также цвету соответствуют требованиям НД. По физико-химическим показателям качества исследуемые образцы крупки сортов Краснокутка 13, Александрит и Саратовская 70, несмотря на то, что по крупности соответствуют высшему сорту, не могут быть

отнесены к группе высшего качества. Низкий индекс глютена и показатель миксограммы, у крупки из сортов Гордеиформе 432 и Краснокутка 13. Достаточно высокий показатель индекса глютена у крупки из яровой твердой пшеницы сорта Памяти Васильчука.

Лучшие по цвету крупки яровой твердой пшеницы сортов Тамара (25,8 б%), Памяти Васильчука (23,6 б%), Саратовская золотистая (23,5 б%), Елизаветинская (22,2 б%) (рис. 3).

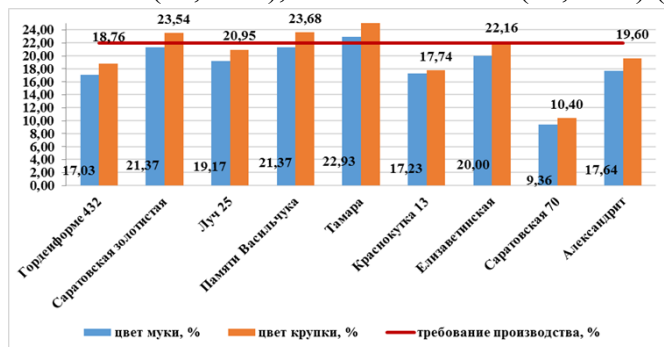


Рисунок 3 – Показатели цвета муки и крупки исследуемых сортов пшеницы (2021-2024гг.)

Корреляционная зависимость между индексом цвета крупки и содержанием каротиноидных пигментов в зерне $r=0,93...0,96$. Таким образом, дополнительным параметрам, требуемым на производственных предприятиях, соответствует следующая крупка: по качеству клейковины – крупка яровой твердой пшеницы сортов Памяти Васильчука, Елизаветинская и Александрит; по показателю цвета крупки – крупка яровой твердой пшеницы сортов Тамара, Памяти Васильчука, Саратовская золотистая и Елизаветинская.

2.2.2 Оценка показателей качества макаронных изделий из сортов яровой пшеницы Саратовской селекции. *Влияние вида и сорта яровой пшеницы на варочные свойства макаронных изделий.* Полученные образцы спагетти не имели постороннего вкуса и запаха. Поверхность макаронных изделий была гладкая, без шероховатостей. Наиболее яркий светло-кремовый с желтым оттенком цвет имели полуфабрикаты из крупки яровой твердой пшеницы сортов Саратовская золотистая, Луч 25, Памяти Васильчука, Тамара, Елизаветинская, а также из крупки яровой мягкой пшеницы сорта Александрит. Белый цвет изделий был у образцов, выработанных из крупки яровой мягкой пшеницы сорта Саратовская 70. На срезе сухих изделий спагетти из сортов яровой

твердой пшеницы имели стекловидный вид, макаронные изделия из сортов мягкой пшеницы имели мучнистый слом.

Спагетти из изучаемых сортов яровой твердой пшеницы не выходят за рамки заданных значений увеличения объема после варки. Макароны из сортов яровой мягкой пшеницы на 20% превышают показатель коэффициента увеличения объема изделия. По показателю количества сухого вещества, перешедшего в варочную воду, все исследуемые сорта имеют необходимые значения в заданном диапазоне.

Согласно полученным данным выработанные образцы макаронных изделий относятся к следующим группам качества: макаронные изделия группы А (Высший сорт) из яровой твердой пшеницы сортов Гордеиформе 432, Саратовская золотистая, Луч 25, Памяти Васильчука, Тамара, Краснокутка 13 и Елизаветинская; макаронные изделия из яровой мягкой высокостекловидной пшеницы не могут быть отнесены к группам качества из-за несоответствия параметрам НД.

Влияние вида и сорта яровой пшеницы на излом полуфабриката. По НД на макаронные изделия, сила излома не нормируется у изделий менее 3мм в диаметре. В связи с тем, что у исследуемых образцов присутствовал лом и крошка, было принято решение исследовать образцы на излом полуфабриката и определить его взаимосвязь с качественными показателями сырья. Для сравнительной характеристики и большей информативности был рассчитан предел прочности на изгибе (рис. 4).



Рисунок 4 – Среднее значения предела прочности выработанных образцов длинных нитевидных макаронных изделий из исследуемых сортов за 2023-2024 гг., МПа

Согласно классификации, Черных В.Я., для изделий диаметром 1,8 мм данный показатель не должен быть менее 3,2 МПа. Прочность изделия на излом из сортов яровой твердой пшеницы превышала указанные для них параметры: Памяти Васильчука – на 25 %, Елизаветинская – на 21,9%, Тамара – на 18,9 %, Луч 25 – на 6,3%. Данные образцы имеют высокие структурно-механические свойства, что позволяет сохранить их внешний вид. Значимую положительную корреляционную зависимость показатель предела прочности излома сухих макаронных изделий имел с параметром стекловидности зерна ($r=0,77$). Обратно пропорциональная существенная зависимость данного показателя за время исследования установлена с коэффициентом развариваемости макаронных изделий ($r=-0,77$).

Влияние вида и сорта яровой пшеницы на цветовые характеристики макаронных изделий. Светлые образцы длинных нитевидных макаронных изделий произведены из сортов Гордеиформе 432 (71,83), Саратовская золотистая (70,41) и Саратовская 70 (69,79). Значимую степень яркости имели образцы из сортов Саратовская золотистая (31,51), Елизаветинская (29,54), Памяти Васильчука (28,9), Луч 25 (28,44) и Александрит (28,39) (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели отклонения цвета от заданных параметров образцов выработанных длинных нитевидных макаронных изделий, полученных на Колориметр NR-110

Наименование	L	C	h_{ab}	ΔE_{ab}	$\% \Delta E_{mкк}$	ΔH
Яр. тв. пш Гордеиформе 432	71,83	26,29	83,53	5,10	2,59	0,80
Яр. тв. пш Сарат. золотистая	70,41	31,51	80,99	3,51	1,78	0,25
Яр. тв. пш Луч 25	65,39	28,44	80,42	2,49	1,27	0,20
Яр. тв. пш Пам. Васильчука	67,89	28,90	80,80	0,37	0,19	0,09
Яр. тв. пш Тамара	67,61	27,39	80,03	1,89	0,96	0,22
Яр. тв. пш Краснокупка 13	68,59	26,78	80,37	2,61	1,32	0,46
Яр. тв. пш Елизаветинская	67,44	29,96	79,63	0,79	0,40	0,00
Яр. мяг. пш Саратовская 70	69,79	13,92	75,80	15,54	7,89	1,72
Яр. мяг. пш Александрит	64,51	28,39	79,42	3,39	1,72	0,58

Угол цветового тона находится на уровне 80 единиц у образцов макаронных изделий, выработанных из яровой твердой

пшеницы сортов Луч 25, Тамара, Краснокутка 13 и Елизаветинская. Немного выше это значение у образцов из яровой твердой пшеницы сортов Памяти Васильчука и Саратовская золотистая.

Разница меньше 1 % между заданными значениями и общей характеристикой цвета полученных изделий была выявлена у образцов из яровой твердой пшеницы сортов Памяти Васильчука (0,2 %), Елизаветинская (0,4 %) и Тамара (0,96 %).

Высокое отклонение характеристики цвета установлено у образца продукта из сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 70 (7,89%), отклонение $-1,72$. Эвклидова разница для продукта из крупки сорта Елизаветинская составила 0. Несущественными отклонениями по данному показателю обладали сорта Памяти Васильчука (0,09), Луч 25 (0,20), Тамара (0,22) и Саратовская золотистая (0,25). Полученные результаты подтверждают целесообразность выбора крупки с высокими цветовыми характеристиками для производства макаронных изделий.

Обоснование применения показателя индекса твердости зерна как комплексного фактора отбора для переработки на макаронные цели. Выход муки менее 10 % наблюдался у сортов яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука, Тамара, Луч 25, Елизаветинская. Максимальный выход муки наблюдался у сортов яровой мягкой высокостекловидной пшеницы Саратовская 70 и Александрит, более чем у твердой пшеницы на 39-44% (табл. 3).

Таким образом, полученные данные за два года исследования показывают, что зависимость стекловидности зерна и выхода муки меняются от года $r_{2022}=0,23$, а $r_{2023}=0,90$. В ходе проведения исследования была определена функциональная связь между этими показателями имеющая вид:

$$B_m = 2,757 \cdot 10^4 \cdot \exp(-24,65 \cdot I_s).$$

Доказано, что сорта, имеющие индекс твердозерности более 0,32 Н·м/% и выход муки менее 10 % имеют высокие показатели твердозерности. Прямой значимой корреляционной зависимостью с индексом твердости обладают качественные показатели зерна: масса 1000 зерен ($r^* = 0,71$), стекловидность ($r^* = 0,81$), выход крупки ($r^* = 0,73$). Значимая обратная корреляционная зависимость установлена между твердозерностью зерна, показателями натуры

зерна ($r^* = -0,68$) и выходом муки ($r^* = -0,87$), а также между пределом прочности на излом полуфабриката и индексом твердости размола зерна ($r^* = 0,78$); сохранностью формы после варки ($r^* = 0,67$), временем варки до готовности ($r^* = 0,72$), с количеством сухого вещества в варочной воде ($r^* = -0,60$).

Таблица 3 – Показатели твердозерности яровой твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы за 2022-2023 г.

Название	Удел. раб. Дж/г	Мах мо- мент, Н*м	Длит. Дробл ения, с	Влаж- ность зерна, %	Вы- ход муки , %	Ин- декс твер- дости
	А	М	Т	Н	У	
Яр. тв. пш Гордеиформе 432	28,17	28,92	19,73	12,10	12,1	0,31
Яр. тв. пш Сарат. золотистая	29,97	31,05	19,85	12,00	10,2	0,33
Яр. тв. пш Луч 25	29,02	29,13	20,34	12,20	9,48	0,32
Яр. тв. пш Пам. Васильчука	29,05	29,09	20,18	12,20	9,37	0,33
Яр. тв. пш Тамара	30,57	30,98	20,29	11,90	7,70	0,33
Яр. тв. пш Краснокутка 13	30,38	30,78	20,24	12,10	12,95	0,31
Яр. тв. пш Елизаветинская	29,08	29,33	20,28	11,50	10,00	0,32
Яр. мяг. пш Саратовская 70	28,76	25,69	22,35	11,30	22,29	0,29
Яр. мяг. пш Александрит	28,07	27,1	20,67	12,90	17,92	0,32
НСР ₀₅	0,60	0,67	0,23	0,72	0,49	0,61

Сорт яровой твердой пшеницы Памяти Васильчука обладает показателями хорошего качества. К удовлетворительному показателю – сорта яровой твердой пшеницы Тамара, Елизаветинская, Луч 25, Саратовская золотистая, а также сорт яровой мягкой высоко-стекловидной пшеницы Александрит. К неудовлетворительным по индексу твердозерности относятся сорта Саратовская 70, Краснокутка 13 и Гордеиформе 432.

2.2.3 Оптимизация состава композитной смеси на основе сортов яровой пшеницы Саратовской селекции. Влияние количества крупки высокостекловидной мягкой пшеницы на варочные свойства макаронных изделий. Несмотря на отклонения от заданных характеристик образцов мягкой высоко-стекловидной пшеницы, можно использовать их в смесях в количестве 25, 30 и 40% от массы смеси. По органолептической оценке, полученных макаронных изделий из композитных смесей с крупкой мягкой пшеницы сортов Саратовская 70 и Александрит, все образцы

соответствовали показателям ГОСТ, не имели посторонних привкусов и запахов.

Однако, с увеличением количества крупки сорта Саратовская 70 более 30% сохранность изделий после варки менее 90%, слипаемость и мучнистый излом, соответственно, и цвет белого цвета с желтым оттенком. При оценке варочных свойств наблюдается увеличение объема на 7-34%, незначительное увеличение сухого вещества в варочной воде. Сорт мягкой яровой пшеницы сорта Саратовская 70 возможно использовать в смеси с сортами Гордеиформе 432 и Елизаветинская в соотношении 25:75. При использовании более 25% крупки из мягкой пшеницы сорта Александрит сохранность формы изделий снизилась до 90-60%. Хорошие варочные свойства в композитных смесях с сортами Елизаветинская, Памяти Васильчука, Тамара и Луч 25. Сорт мягкой яровой пшеницы Александрит в количестве 25 % можно использовать в смеси с сортами Луч 25, Памяти Васильчука, Тамара, Елизаветинская.

Влияние внесения крупки высокостекловидной мягкой пшеницы на излом и цветовые характеристики полуфабриката. При исследовании излома образцов спагетти, оптимальными значениями предела прочности обладал образец из яровой мягкой пшеницы сорта Александрит и яровой твердой пшеницы сорта Елизаветинская (рис. 5).

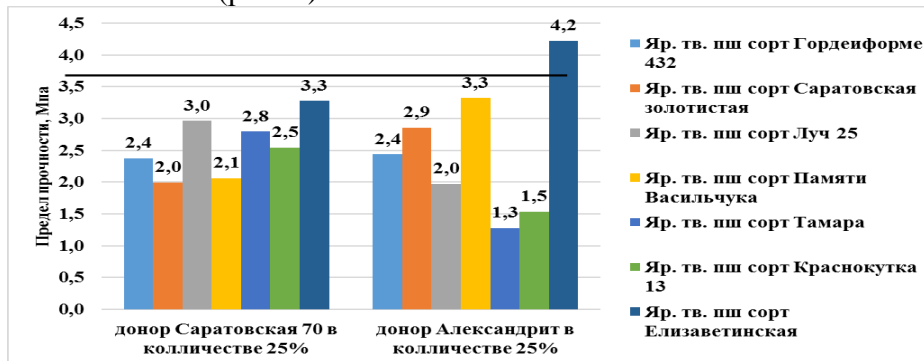


Рисунок 5– Средние значения предела прочности выработанных образцов спагетти из композитных смесей исследуемых сортов с внесением донора в количестве 25% (2023 - 2024гг.), МПа

При исследовании цвета крупки оптимальными параметрами обладали композитные смеси с донором крупки мягкой пшеницы сорта Александрит и реципиентов Елизаветинская, Саратовская золотистая и Тамара. При введении донора яровой мягкой пшеницы сорта Саратовская 70 наблюдается снижение цветовых показателей крупки на 8,9-27,3 %.

При сопоставлении полученных данных оптимальными показателями по дополнительным показателям производств обладала одна композитная смесь с донором яровой мягкой пшеницы Александрит и реципиентом крупки сорта яровой твердой пшеницы Елизаветинская в соотношении 75/25.

Прогнозирование варочных свойств продукта для оптимизации состава композитной смеси. По результатам сопоставления расчетных данных установлено: внесение донора мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Саратовская 70 сохраняет качество при дозировке внесения для твердой пшеницы: сортов Елизаветинская, Тамара – до 25%; сорта Памяти Васильчука – до 15%; сорта Саратовская золотистая – до 10%; внесение донора мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Александрит сохраняет качество при дозировке внесения для твердой пшеницы: сортов Елизаветинская, Тамара – до 25%; сорта Памяти Васильчука – до 20%; сорта Саратовская золотистая – до 15%; для реципиента мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Саратовская 70, с целью повышения варочных свойств продукта до требуемых показателей производств, оптимальным является внесение твёрдой пшеницы сорта Гордеиформе 432 в дозировке 15%; для реципиента мягкой высокостекловидной пшеницы Александрит, с целью повышения цветовых характеристик продукта до требуемых показателей производств, является оптимальным внесение твёрдой пшеницы сорта Елизаветинская в дозировке до 15 %. С целью повышения варочных свойств продукта до требуемых показателей производств, оптимальным является внесение твёрдой пшеницы сорта Гордеиформе 432 в дозировке 10%; сортов Саратовская золотистая, Памяти Васильчука, Тамара – 5%.

2.2.4 Оценка инвестиционной привлекательности производства макаронных изделий на основе современных

биоресурсов Саратовской селекции. Расчеты показали снижение себестоимости производства макаронных изделий из композитной смеси крупки твердой пшеницы и крупки мягкой пшеницы в соотношении 75/25 на 17,7 тыс. руб. на 1 тонну продукции по сравнению с традиционными макаронными изделиями из крупки твердой пшеницы.

3 ВЫВОДЫ

1. Установлено, что исследуемые сорта соответствовали НД. По дополнительным требованиям современных производителей макаронной продукции по содержанию каротиноидных пигментов соответствуют не все исследуемые сорта. Соответствует яровая твердая пшеница сортов Памяти Васильчука, Елизаветинская и Тамара.

2. Определено, что лучшими мукомольными свойствами обладают новые сорта пшеницы, имеющие 1 класс качества зерна, стекловидность более 84%, массой 1000 зерен более 45 г, выходом крупки выше 61%, при ее зольности не более 0,90%. К ним относится яровая твердая пшеница сортов Луч 25, Памяти Васильчука, Елизаветинская и Тамара. Полученная крупка соответствует заявленным показателям НД для производства макаронных изделий. По дополнительному параметру цветовой характеристики, соответствует необходимым показателям крупка яровой твердой пшеницы сортов Тамара, Памяти Васильчука, Саратовская золотистая и Елизаветинская.

3. Установлено, что значимое влияние на варочные свойства макаронных изделий имел показатель стекловидности зерна со временем варки макаронных изделий до готовности (до $r=0,71$) и увеличением массы макаронных изделий после варки (до $r= - 0,74$). Установлено, что по физико-химическим показателям государственного стандарта относятся к макаронным изделиям группы А (Высший сорт) изделия из яровой твердой пшеницы сортов Луч 25, Памяти Васильчука, Тамара, Елизаветинская; Группа А (Первый сорт) изделия из сортов Гордеиформе 432, Саратовская золотистая и Краснокутка 13. Макароны из яровой мягкой пшеницы не отнесены к группам качества. Оптимальными значениями предела прочности обладали образцы изделий из

крупки яровой твердой пшеницы сортов Памяти Васильчука, Елизаветинская, Тамара и Луч 25. Значимые положительные корреляционные зависимости показатель предела прочности излома сухих длинных нитевидных макаронных изделий имел с параметрами стекловидности зерна (0,77), с коэффициентом развариваемости макаронных изделий (-0,77), с массой 1000 зерен (0,65). Экспериментально подтверждена целесообразность выбора крупки с высокими цветовыми характеристиками для производства макаронных изделий. Установлена стабильность цветовых характеристик при технологическом процессе производства макаронных изделий из яровой твердой пшеницы сортов Елизаветинская, Памяти Васильчука, Луч 25, Тамара и Саратовская золотистая.

4. Установлено, что сорта с индексом твердозерности не менее 0,32 Н·м/% и выходом муки не более 10% обладают оптимальными свойствами для длинных нитевидных макаронных изделий. Индекс твердозерности имеет высокие корреляционные зависимости с качественными показателями зерна.

5. Исследование влияния внесения крупки мягкой пшеницы на варочные свойства длинных нитевидных макаронных изделий из твердой пшеницы выявило максимальную дозировку внесения мягкой высокостекловидной пшеницы не более 25%. При исследовании предела прочности выработанных образцов спагетти из композитных смесей с внесением донора в количестве 25 % определено, что оптимальными показателями обладала композитная смесь из крупки сортов Елизаветинская и Александрит.

6. По результатам построения математической модели продукта установлено, что внесение донора мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Саратовская 70 сохраняет качество изделий при дозировке внесения для твердой пшеницы от 10 до 25%; внесение донора мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Александрит сохраняет качество изделий при дозировке внесения для твердой пшеницы от 15 до 25%. Рассчитано, что с целью повышения качественных характеристик продукта до требуемых показателей производств, для реципиентов мягких высокостекловидных пшениц: сорта Саратовская 70 оптимальным

является внесение 15% твёрдой пшеницы, для сорта Александрит –5-10% твердой пшеницы. Расчет с целью выявления повышения цветковых характеристик продукта из мягкой высоко-стекловидной пшеницы сорта Александрит до требуемых значений производств, показал, что оптимальным является внесение от 15 % твёрдой пшеницы сорта Елизаветинская.

7. Получен патент «Смесь для изготовления макаронных изделий» с использованием крупки мягкой высокостекловидной пшеницы сорта Александрит. Расчетная прибыль при использовании данной рецептуры на предприятии Саратовской области ООО «СМФ» составила 17 740,75 руб. на 1 тонну продукции. Проведена промышленная апробация.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в зарубежных журналах, входящих в базу данных SCOPUS:

1. New Promising Varieties of Spring Hard Wheat as the Best Raw Material for Pasta Production/ Elena Zhiganova, Madina Sadygova and Ksenia Smirnova/BIO Web Conf., 43 (2022) 01031/ DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224301031>

В изданиях, входящих в список ВАК:

2. Зависимость цветковых характеристик крупки и макаронных изделий от вида пшеницы / Е. С. Жиганова, М. К. Садыгова, Г. А. Бекетова, С. Н. Сибикеев, Н. С. Соловова, Н. А. Семилет // Хлебопечение России. – 2023. – №67(4). – с.24–35.

3. Исследование оптимального соотношения мягкой и твёрдой пшеницы в рецептуре макаронных изделий / Е. С. Жиганова, С. Н. Гапонов, М. К. Садыгова [и др.] // Хлебопродукты. – 2024. – № 4. – С. 42-48

4. Комплексная оценка технологических свойств новых сортов пшеницы саратовской селекции для производства макаронных изделий/ Е.С. Жиганова, М.К. Садыгова, В.Я. Черных, Н.М. Цетва, Н.С. Соловова, И.А. Осыка // Хранение и переработка сельхоз-сырья. – 2024. - № 32(3).

5. Современные сорта яровой твердой пшеницы (Triticum durum desf.) саратовской селекции / С. Н. Гапонов, Н. М. Цетва, И. С.

Цетва, Е.С. Жиганова, Н.С. Соловова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 110. – С. 83

Сборники и материалы конференций:

6. Сравнительный анализ содержания каротиноидов в зерне твердой пшеницы Саратовской селекции / Е. С. Жиганова, М. К. Садыгова, Н. С. Соловова // Состояние и пути развития производства и переработки продукции животноводства, охотничьего и рыбного хозяйства... Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2022. – С. 22-28.

7. Новые сорта яровой твердой пшеницы: достоинства и перспективы использования в макаронном производстве / Е. С. Жиганова, М. К. Садыгова, Н. М. Цетва // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: ... – Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2022. – С. 188-195.

8. Технологический потенциал зерна твердой пшеницы Саратовской селекции для переработки на макаронные цели / Е. С. Жиганова, М. К. Садыгова, Н. С. Соловова, Д.В. Иванова, Е.С. Ивченко // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: ... – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 282-286.

9. Технологический потенциал сортов твердой пшеницы Саратовской селекции для макаронного производства / Е. С. Ивченко, Е. С. Жиганова, М. К. Садыгова // Актуальные вопросы современной науки... Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 118-125.

10. Показатели качества зерна современных сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) Саратовской селекции / С. Н. Гапонов, Е. С. Жиганова, Г. И. Шутарева [и др.] // Селекция и генетика культурных растений – 2023: Материалы международной научной конференции, ... Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. - 2023. – С. 84-87.

11. Каротиноиды, как показатели качества зерна яровой твердой пшеницы (*Triticum Durum*) саратовской селекции: достижения и перспективы/ Цетва И.С., Гапонов С.Н., Шутарева Г.И., Цетва Н.М., Милованов И.В., Жиганова Е.С., Соловова Н.С., Бурмистров Н.А.// «ТВЁРДАЯ ПШЕНИЦА: генетика, биотехнология, селекция и семеноводство, технологии выращивания и переработки»: ... М.: ФГБНУ ВНИИСБ, 2023. – 44с.

12. Яровая твердая пшеница саратовской селекции и ее конкурентоспособность для макаронной продукции / Жиганова Е.С., Садыгова М.К., Шутарева Г.И., Осыка И.А., Цетва Н.М., Цетва И.С., Милованов И.В., Бурмистров Н.А., Соловова Н.С. III-й Международная научно-практическая конференция ... г. Москва, 2024 г. ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

Патенты на изобретения

13. Пат. РФ № 2839859 С1, А23L 7/109, Российская федерация, Смесь для изготовления макаронных изделий / Е.С. Жиганова, С.Н. Гапонов, М.К. Садыгова, Н.С. Соловова, И.В. Милованов, Н.А. Бурмистров; заявитель Федеральное государственное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока») – №2024114822, заявл. 30.05.2024; опубл. 13.05.2025 Бюл. № 14 – 10 с.

Автор выражает глубокую признательность к.б.н. Шутаревой Г.И.; к.с-х.н. Гапонову С.Н.; к.с-х.н. Андреевой Л.В., д.т.н. Садыговой М.К. за ценные советы и оказанную помощь при выполнении работы.