

УДК 664.7:633.11

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-157-163

С.К. Темирбекова¹ ✉М.Ш. Бегулов²И.Д. Байда²С.В. Зверев³О.В. Политуха⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Большие Вязёмы, Московская обл., Россия

²Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

³АО «Группа компаний «Мелком», Тверь, Россия

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки — филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Москва, Россия

✉ mbegeulow@yandex.ru

Поступила в редакцию: 07.05.2024

Одобрена после рецензирования: 01.10.2024

Принята к публикации: 18.10.2024

© Темирбекова С.К., Бегулов М.Ш., Байда И.Д., Зверев С.В., Политуха О.В.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-388-11-157-163

Suluhan K. Temirbekova¹ ✉Marat Sh. Begeulov²Ivan D. Baida²Sergey V. Zverev³Olga V. Politukha⁴

¹All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, Bolshie Vyazemy, Moscow Region, Russia

²Russian State Agrarian University — Timiryazev Agricultural Academy

³JSC «"Melcom" Group of Companies», Tver, Russia

⁴All-Russian scientific and Research Institute of Grain and Products of its processing — branch of V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems for food system, Moscow, Russia

✉ mbegeulow@yandex.ru

Received by the editorial office: 07.05.2024

Accepted in revised: 01.10.2024

Accepted for publication: 18.10.2024

© Temirbekova S.K., Begeulov M.Sh., Baida I.D., Zverev S.V., Politukha O.V.

Технологические свойства зерна новых сортов древних видов пшеницы

РЕЗЮМЕ

Пшеница спельта является древним видом, почти исчезнувшим из культуры. Более высокая зерновая продуктивность тургидной пшеницы по сравнению с другими видами и близость по характеристикам зерна к твердым пшеницам привлекают внимание селекционеров.

Интерес к полбе, спельте и тургидной пшенице возрастает как к экологически чистым культурам, превосходящим пшеницу по содержанию белка, клетчатки, витаминов группы В и минеральных веществ. В настоящее время в странах Западной Европы и США усилился интерес к пленчатым пшеницам — полбе и спельте. Появились сведения, что использование их в пищу снижает риск сердечно-сосудистых и некоторых онкологических заболеваний, что объясняют большим содержанием в ней клетчатки, чем в муке других видов пшеницы. Определены технологические характеристики зерна сортов полбы Руно, Гремме, Гремме 2У, сорта спельты Алькоран и перспективного сортообразца Знамение, сортообразца твердой пшеницы Победа 70 и сорта тургидной пшеницы Каныш. Проведенными исследованиями подтверждена возможность использования полбяной муки, выработанной из зерна полбы голозерной сорта Гремме, для производства хлебобулочных изделий повышенной биологической, пищевой ценности и с высокой органолептической оценкой. Определена возможность использования зерна новых сортов древних видов пшеницы в производстве целой и дробленой крупы, получаемой методом абразивного шлифования.

Ключевые слова: пшеница полба, пшеница спельта, тургидная пшеница, новые сорта, хлеб, крупа

Для цитирования: Темирбекова С.К., Бегулов М.Ш., Байда И.Д., Зверев С.В., Политуха О.В. Технологические свойства зерна новых сортов древних видов пшеницы. *Аграрная наука*. 2024; 388(11): 157–163.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-157-163>

Technological properties of grain of new varieties of ancient wheat species

ABSTRACT

Spelt wheat is an ancient species that has almost disappeared from the culture. The higher grain productivity of turgid wheat compared to other species and the similarity in grain characteristics to durum wheat attracts the attention of breeders.

Interest in spelt, spelt and turgid wheat is growing as environmentally friendly crops that are superior to wheat in protein, fiber, B vitamins and minerals. Currently, interest in filmy wheat — spelt and spelt — has increased in Western Europe and the United States. There is information that using them in food reduces the risk of cardiovascular diseases and some cancers, which is explained by the higher fiber content in it than in the flour of other types of wheat. The technological characteristics of grain of spelled varieties Runo, Gremme, Gremme 2U, spelled variety Alkoran and promising variety sample Znamenie, durum wheat variety sample Pobeda 70 and turgid wheat variety Kanysh were determined. The conducted research confirmed the possibility of using spelled flour, produced from spelled grain of the Gremme variety, for the production of bakery products of increased biological and nutritional value and with a high organoleptic assessment. The possibility of using grain of new varieties of ancient wheat species in the production of whole and crushed cereals obtained by abrasive grinding has been determined.

Key words: spelled wheat, turgid wheat, new varieties, bread, groats

For citation: Temirbekova S.K., Begeulov M.Sh., Baida I.D., Zverev S.V., Politukha O.V. Technological properties of grain of new varieties of ancient wheat species. *Agrarian science*. 2024; 388(11): 157–163 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-157-163>

Введение/Introduction

Пшеница спельта (*T. spelta* L.) является древним видом, почти исчезнувшим из культуры, ныне возделывается в ограниченном количестве в Астории (Испания), Баварии (ФРГ), Австрии, Швейцарии и Бельгии. Промесь единичных растений спельты на полях мягкой пшеницы наблюдается в Закавказье и Средней Азии [1].

Экологически спельта приурочена к горным районам с достаточным увлажнением. Колосья грубые, жесткие, более или менее длинные, рыхлые (14–22 колоска на 10 см колосового стержня). Зерна средней стекловидности.

Тип развития спельты — озимый и яровой. Обладает рядом полезных признаков: неприхотливостью, способностью мериться с бедными горными почвами, сравнительной зимостойкостью в ареале, устойчивостью к избыточному увлажнению, высоким содержанием белка в зерне, способностью давать долго не черствеющий хлеб, пригодностью муки из спельты для изготовления кондитерских изделий.

Как древний вид пшеницы, богата макро- и микроэлементами, содержанием незаменимых аминокислот. К отрицательным признакам относятся трудная вымолачиваемость зерна, ломкость колосового стержня, низкая семенная продуктивность, относительно длинный вегетационный период, слабая засухоустойчивость [2].

Полба — одна из самых древних зерновых колосовых культур, связанных с шумерской, вавилонской, древнеиудейской и древнегреческой цивилизациями, к которой в настоящее время усилился интерес в странах Западной Европы и США. Появились сведения, что использование полбы и спельты в пищу снижает риск сердечно-сосудистых и некоторых онкологических заболеваний, что объясняют большим содержанием в ней клетчатки, чем в муке других видов пшеницы. Однако в современном сельскохозяйственном производстве полбу вытеснила более урожайная мягкая пшеница (продукт селекции полбы), заметно уступающая ей в пищевой ценности [3, 4].

В последнее время на волне озабоченности здоровым питанием вновь проявился интерес к пшенице тургидной, полбе и спельте [3–9]. Кулинарное применение полбы аналогично пшеничным крупам Полтавская, Артек.

Ранее изученные авторами на пригодность использования в пищевой промышленности сорта пшеницы полбы (Руно, Гремме и Гремме 2 У) и спельты (Алькоран, Знамение), тургидной пшеницы (Каныш) уже включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию¹.

Цель исследования — оценка мукомольных, хлебопекарных и крупяных свойств зерна новых сортов пшеницы разных видов для производства продуктов питания.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Исследования были проведены в 2017–2022 гг. в условиях лаборатории селекции Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии, кафедры технологии хранения и переработки

плодоовощной и растениеводческой продукции Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К.А. Тимирязева, в лаборатории технологии и техники крупяного производства Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ) — филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН».

Объекты исследований: зерно пшеницы спельты озимой *Triticum spelta* L. сорта Алькоран и перспективного сортообразца Знамение; зерно яровой пшеницы двузернянки полбы голозерной, эммер *Triticum dicoccum* Schuebl, сортов Гремме (Татарстан) и Гремме 2У (ФГБНУ ВНИИФ) и сорта Руно полбы пленчатой (Краснодарский НИИСХ); зерно нового сорта тургидной озимой пшеницы (*Triticum turgidum* L.) сорта Каныш и зерно твердой озимой пшеницы (*Triticum durum* L.) перспективного сортообразца Победа 70.

Зерно изученных сортов выращивалось в Центральном федеральном округе в почвенно-климатических условиях Одинцовского района Московской области. Агротехника возделывания — общепринятая для Центрального района Нечерноземной зоны (ЦРНЗ).

В Российской Федерации отсутствуют сорта спельты, кроме сорта Алькоран. Включен в Госреестр для всех зон возделывания культуры. Перспективный сортообразец пшеницы спельты Знамение получен в результате многолетнего отбора из сорта Алькоран. Сорт полбы Гремме включен в Госреестр по Средневолжскому региону (7), рекомендован для возделывания в Республике Татарстан, сорт голозерный. Сорт полбы голозерной Гремме 2 У включен в Госреестр для всех зон возделывания культуры. Сорт полбы Руно включен в Госреестр по Северо-Кавказскому региону (6), рекомендован для возделывания в Северной и Центральной зонах Краснодарского края. Может использоваться для производства диетических, экологически чистых продуктов для детского и геронтологического питания, для производства высокопротеиновых кормов. Новый сорт пшеницы тургидной яровой тетраплоидной Каныш в 2022 году включен в Госреестр для выращивания во всех регионах страны. Сорт отличается высоким содержанием белка и клейковины, высокой стекловидностью.

В качестве объекта исследования технологических свойств использовались зерно сортов полбы (Руно, Гремме, Гремме 2 У) и спельты (Алькоран, Знамение), тургидной пшеницы сорта Каныш, зарегистрированных в Госреестре, зерно перспективного сортообразца твердой пшеницы Победа 70.

Физико-химические показатели зерна определяли по действующим стандартам на методы анализа: натуру зерна — по ГОСТ 10840-2017², общую стекловидность — по ГОСТ 10987-76³, количество и качество сырой клейковины — по ГОСТ Р 54478-2011⁴ и ГОСТ 27839-2013⁵, влажность зерна — по ГОСТ 13586.5-2015⁶, число падения — по ГОСТ ISO 3093-2016⁷, реологические свойства теста — по ГОСТ ISO 5530-1-2013⁸.

Шелушение зерна проводили на универсальном шелушителе зерна УШЗ-1 (ООО «ОЛИС», Россия), шлифование — на лабораторном голлендоре Sataky

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). М.: Росинформагротех. 2023; 1: 631.

² ГОСТ 10840-2017 Зерно. Метод определения натуре.

³ ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности.

⁴ ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Метод определения количества и качества клейковины в пшенице.

⁵ ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Метод определения количества и качества клейковины.

⁶ ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности.

⁷ ГОСТ ISO 3093-2016 Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга — Пертена.

⁸ ГОСТ ISO 5530-1-2013 Физические характеристики теста. Ч. 1 Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа.

(Япония) с абразивным кругом зернистостью 63. Время шлифования варьировало от 45 до 75 с.

Получение целой и номерной дробленой крупы из сортов разных видов пшеницы проводилось в лабораторных условиях по технологической схеме (рис. 1). Пленчатые сорта подвергались предварительному обрушению.

Размол зерна в муку проводился на вальцовой мельнице «Мельник 100 Люкс» (ООО «Мельник», Россия), которая имеет производительность 100 кг/ч и перерабатывает зерно пшеницы в муку высшего, первого и второго сортов.

Режимы измельчения соответствовали Правилам организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах для сортовых помолов пшеницы по сокращенной технологической схеме⁹. Помол зерна полбы проводился за два пропусса через мельницу. В результате измельчения исходного зерна полбы выделены проходом через сита виброцентробежных рассевов два образца полбяной муки — № 1 и 2, во второй раз измельчался сходовой продукт со второго мучного сита № 38 (по ГОСТ 4403-91¹⁰), получены еще два образца муки — № 3 и 4. Таким образом, были получены четыре образца муки с разным содержанием в измельченном продукте эндосперма, алейронового слоя и отрубнистых частиц.

Пробная лабораторная выпечка и оценка органолептических свойств готовых изделий проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, разработанной Всероссийским центром по оценке качества сортов

сельскохозяйственных культур (ВЦОКС)¹¹. Влажность хлебного мякиша определяли по ГОСТ 21094-2022¹², кислотность — по ГОСТ 5670-96¹³.

Результаты опытов были обработаны статистическим методом дисперсионного анализа с использованием программного продукта STRAZ (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия).

Результаты обсуждения / Results and discussion

Использование древних видов пшеницы может способствовать расширению ассортимента крупяных продуктов повышенной пищевой ценности [10–16]. Перспективность использования зерна спелты, полбы и тургидной пшеницы в крупяном производстве подтверждается результатами предварительно проведенной оценки некоторых физико-технологических показателей.

На первом этапе исследований было проведено шлифование зерна с целью удаления оболочек и придания ядру зерна соответствующего внешнего вида. Результаты шлифования зерна приведены в таблице 1.

Очевидно, что с ростом времени шлифования по мере удаления поверхностного слоя выход мучки будет

Рис. 1. Схема переработки полбы в целую и номерную дробленую крупу (ВНИИ зерна и продуктов его переработки — филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН»)

Fig. 1. The scheme of processing spelt into whole and numbered crushed cereals (Research Institute of Grain and products of its processing — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов of the Russian Academy of Sciences”)

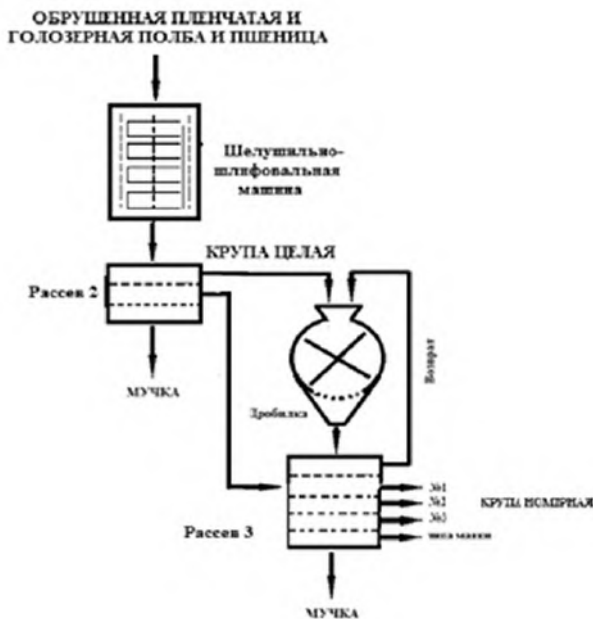


Таблица 1. Режимы и результаты шлифования зерна
Table 1. Modes and results of grain grinding

| Сорт (перспективный сортообразец) | Время шлифования, с | Продукты шлифования, % | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|------------------------|-----------|-------|----------|--------|-----------------|-------|
| | | крупя | | | побочные | | | |
| | | Целая | Дробленая | Всего | Мука | Отруби | Дробленая крупа | Всего |
| Пшеница полба яровая | | | | | | | | |
| Сорт Гремме | 60 | 78,87 | 5,01 | 83,88 | 15,13 | 0,36 | 0,63 | 16,12 |
| | 60 | 79,26 | 5,03 | 84,29 | 14,84 | 0,27 | 0,60 | 15,71 |
| | 60 среднее | 79,06 | 5,02 | 84,08 | 14,98 | 0,31 | 0,61 | 15,92 |
| Сорт Гремме 2У | 60 | 83,05 | 2,75 | 85,80 | 13,50 | 0,26 | 0,44 | 14,20 |
| | 60 | 83,11 | 2,61 | 85,72 | 13,59 | 0,30 | 0,39 | 14,28 |
| | 60 среднее | 83,08 | 2,68 | 85,76 | 13,55 | 0,23 | 0,41 | 14,24 |
| | 45 | 68,93 | 14,14 | 83,07 | 15,34 | 0,17 | 1,42 | 16,93 |
| | 60 | 64,31 | 16,00 | 80,31 | 17,88 | 0,24 | 1,57 | 19,69 |
| Сорт Руно | 60 | 64,75 | 15,07 | 79,92 | 18,26 | 0,23 | 1,69 | 20,18 |
| | 60 | 64,44 | 15,38 | 79,82 | 18,40 | 0,21 | 1,57 | 20,18 |
| | 60 среднее | 64,50 | 15,48 | 80,01 | 18,18 | 0,23 | 1,81 | 20,02 |
| | 75 | 59,84 | 15,51 | 73,35 | 22,41 | 0,24 | 2,00 | 14,65 |
| Пшеница спелта озимая | | | | | | | | |
| Сорт Алькоран | 60 | 57,96 | 17,44 | 75,40 | 20,72 | 0,21 | 3,67 | 24,60 |
| | 60 | 58,15 | 17,73 | 75,88 | 20,45 | 0,25 | 3,42 | 24,12 |
| | 60 среднее | 58,05 | 17,59 | 75,64 | 20,59 | 0,23 | 3,54 | 24,36 |
| | 45 | 63,96 | 15,83 | 79,79 | 19,76 | 0 | 0,45 | 20,21 |
| Сортообразец Знамя | 60 | 56,25 | 18,47 | 74,72 | 21,13 | 0 | 4,05 | 25,28 |
| | 75 | 53,82 | 15,43 | 69,25 | 25,46 | 0 | 5,29 | 30,75 |
| Пшеница твердая озимая | | | | | | | | |
| Сортообразец Победа 70 | 60 | 66,79 | 15,82 | 82,61 | 15,53 | 0,40 | 1,46 | 17,39 |
| | 60 | 67,30 | 15,23 | 82,53 | 15,72 | 0,28 | 1,47 | 17,47 |
| | 60 среднее | 67,5 | 15,52 | 82,57 | 15,63 | 0,34 | 1,46 | 17,43 |
| Пшеница тургидная яровая | | | | | | | | |
| Сорт Каныш | 60 | 63,95 | 18,40 | 82,35 | 16,04 | 0,37 | 1,24 | 17,65 |
| НСР ₀₅ | | 4,15 | 0,75 | 4,29 | | | | |

⁹ Правила организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах. Ч. 1. М.: ВНПО «Зернопродукт». 1991; 21.

¹⁰ ГОСТ 4403-91 Ткани для сит из шелковых и синтетических нитей. Общие технические условия.

¹¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Калинин: Калининская областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Калининского облисполкома. 1989; 194.

¹² ГОСТ 21094-2022 Хлебобулочные изделия. Методы определения влажности.

¹³ ГОСТ 5670-96 Хлебобулочные изделия. Метод определения кислотности.

увеличиваться, соответственно, будет снижаться выход крупы. На рисунке 2 дана подобная зависимость.

Из рисунке 2 видно, что при равном времени шлифования выход муки у зерна сорта Знамение выше, чем у сорта Руно. Это свидетельствует о его меньшей абразивной износостойкости. Отметим, что и стекловидность его меньше. Зависимость выхода муки и отрубей от стекловидности зерна при времени шлифования 60 с представлена на рисунке 3. Следует, что абразивная износостойкость зерна тесно связана с его стекловидностью.

Если в качестве показателя качества процесса шлифования принять выход целой крупы, то явное преимущество имеют сорта полбы Греммэ 2 У и Греммэ, показатели которых сопоставимы с показателем для тургидной пшеницы сорта Каныш.

В таблице 2 приведены результаты дробления целой крупы после шлифования при получении номерной дробленой крупы.

За показатель качества процесса получения номерной дробленой крупы можно принять ее общий выход. Из таблицы 3 видно, что и в этом случае преимущество имеют сорта Греммэ 2 У и Греммэ. Несколько уступают им сорта Руно, в аутсайдерах — Знамение и Алькоран. Общий выход дробленой крупы коррелирует со стекловидностью зерна (рис. 4) [16].

Из ряда изученных новых сортов полбы, спельты и тургидной пшеницы, традиционно преимущественно используемых в пищевой промышленности для производства круп, выделен сорт полбы Греммэ, который, по данным анализа физико-химических свойств зерна, может представлять ценность и для хлебопекарной промышленности.

Исследованиями установлено, что зерно полбы сорта Греммэ, выращенное в 2017 году в условиях Одинцовского района Московской области, имело высокую натуру (795 г/л), масса 1000 зерен была на уровне 35,6 г, общая стекловидность достигала 70%. Показатель числа падения, составивший 416 с, свидетельствует о низкой активности альфа-амилазы в зерне.

Таблица 2. Результаты дробления целой крупы после шлифования при получении номерной дробленой крупы

Table 2. The results of crushing whole grains after grinding when obtaining numbered crushed cereals

| Сорт (перспективный Сортообразец) | Влажность, % | Мука, % | Выход дробленой крупы, % | | | | Всего |
|-----------------------------------|--------------|---------|--------------------------|-------|-------|------------|--------------|
| | | | № 1 | № 2 | № 3 | типа манки | |
| Пшеница полба яровая | | | | | | | |
| Греммэ 2 У | 12,1 | 11,23 | 27,82 | 40,30 | 18,72 | 1,93 | 88,77 ± 1,59 |
| Греммэ | 10,3 | 11,07 | 29,39 | 38,39 | 18,60 | 2,55 | 88,53 ± 1,61 |
| Руно | 9,7 | 12,72 | 31,98 | 36,45 | 17,06 | 1,79 | 87,28 ± 1,75 |
| Пшеница спельта озимая | | | | | | | |
| Алькоран | 11,0 | 14,55 | 35,56 | 30,03 | 17,18 | 2,68 | 85,45 ± 1,71 |
| Знамение | 10,9 | 14,02 | 29,73 | 34,02 | 19,91 | 2,32 | 85,98 ± 1,56 |
| Пшеница твердая озимая | | | | | | | |
| Победа70 | 11,8 | 28,15 | 33,74 | 35,52 | 11,57 | 1,29 | 88,12 ± 1,60 |
| Пшеница тургидная яровая | | | | | | | |
| Каныш | 9,8 | 10,49 | 28,98 | 39,23 | 19,21 | 2,09 | 87,51 ± 1,59 |

Таблица 3. Физико-химические свойства зерна

Table 3. Physicochemical properties of grain

| Зерно полбы голозерной | Натура, г/л | Масса 1000 зерен, г | Общая стекловидность, % | Число падения, с | Массовая доля сырой клейковины, % | Качество сырой клейковины, ед. при бора ИДК ¹⁴ | Массовая доля сухой клейковины, % | Гидратационная способность клейковины, % |
|------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| Греммэ | 795 | 35,6 | 70 | 416 | 36,7 | 77 | 14,6 | 152 |

¹⁴ Измеритель деформации клейковины.

Важнейшие показатели, определяющие пригодность зернового сырья к использованию на хлебопекарные цели, — содержание и качество сырой клейковины. По этим показателям, как и по ранее перечисленным, зерно полбы сорта Греммэ соответствовало требованиям стандарта, предъявляемым к 1-му классу зерна мягкой пшеницы (табл. 3). Массовая доля сырой клейковины в зерне составила 36,7% при I группе качества (77 ед. ИДК), при этом содержание сухой клейковины было на уровне 14,6%, а гидратационная способность — 152%. Однако при отмывании

Рис. 2. Зависимость выхода муки и отрубей от времени шлифования для сортов спельты и полбы: 1 — Знамение, 2 — Руно

Fig. 2. Dependence of flour and bran yield on grinding time for spelted and spelt varieties: 1 — Znamenie, 2 — Fleece

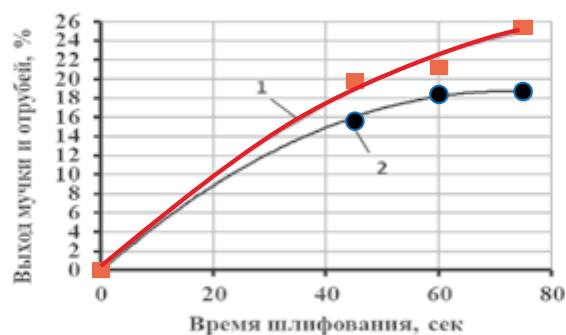


Рис. 3. Зависимость выхода муки и отрубей от стекловидности зерна при времени шлифования 60 с (для всех образцов)

Fig. 3. Dependence of the yield of flour and bran on the vitreousness of the grain at a grinding time of 60 s (for all samples)

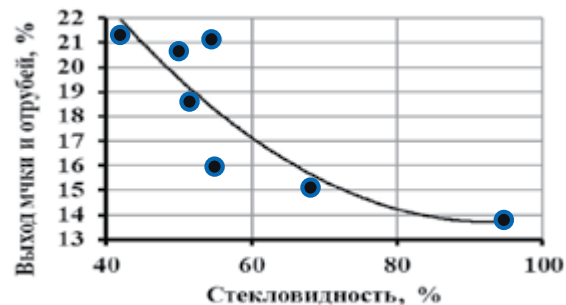
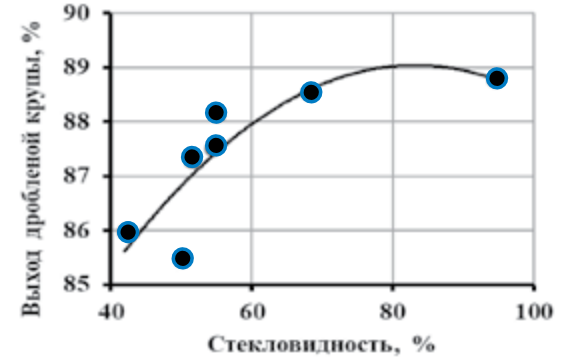


Рис. 4. Зависимость общего выхода дробленой крупы от стекловидности зерна

Fig. 4. Dependence of the total yield of crushed cereals on the glassiness of the grain



клейковины отмечена ее повышенная липкость, что может быть связано с высоким содержанием глиадиновой фракции.

Из опыта научных исследований в области классической биохимии известно, что гидратированный глютен представляет собой резиноподобную, короткорукающую при большом сопротивлении деформации упругую массу, а масса гидратированного глиадина по консистенции жидкая, сильно растяжимая, вязкотекучая, липкая, неупругая. При сбалансированном соотношении сырая пшеничная клейковина сочетает в себе реологические свойства и глютеиновой, и глиадиновой ее фракций. Измененное соотношение в клейковине из зерна полбы глиадиновой фракции и отдельных глютеиновых субфракций может существенно повлиять на реологические свойства теста и качество хлеба.

С целью определения пригодности использования зерна полбы сорта Гремме в хлебопечении был произведен его размол на агрегатной мельничной установке «Мельник 100 люкс» с получением хлебопекарной муки различных сортов. В связи с тем что технологическая схема «Мельник 100 люкс» составляет всего три системы (две драные и одна размольная), помол зерна полбы осуществляли за два пропуска через мельницу. Таким образом, были получены четыре образца муки с разным содержанием в измельченном продукте эндосперма, алейронового слоя и отрубянистых частиц (табл. 4).

Из таблицы 4 видно, что в результате первого пропуска выход муки составил 59,7%. После проведения повторного пропуска сходового продукта со второго мучного сита № 38 (по ГОСТ 4403⁸) общий выход муки увеличился на 21,3%.

По показателю белизны полбяная мука образца № 1 отвечала требованиям, предъявляемым к муке пшеничной 1-го сорта (36 е. прибора для измерения белизны муки марки РЗ-БПЛ (АООТ «Загорский оптико-механический завод», Россия), образца № 2 и 3 — 2-го сорта (25,3 и 13,6 е. РЗ-БПЛ соответственно). В продуктах второго пропуска содержалось значительное количество измельченных оболочек, что существенно сказалось на белизне (рис. 5). Однако такая мука, богатая клетчаткой, может быть весьма востребована при производстве изделий диетического и лечебно-профилактического назначения.

Массовая доля сырой клейковины в полученных образцах муки колебалась от 22,6 до 43,7% (табл. 5). По соотношению количества (40,6%) и качества (77 ед. ИДК) сырой клейковины в лучшую сторону отличался образец муки № 1. Показатель числа падения в изученных образцах муки заметно не изменялся и был на уровне 274–310 с, что соответствовало требованиям стандарта на муку пшеничную хлебопекарную.

Перед проведением пробной лабораторной выпечки были исследованы реологические свойства теста из полбяной муки с применением фаринографа (табл. 6). Во всех вариантах тесто отличалось низкой устойчивостью к механизированному замесу (1,5–2 мин.), высокой степенью разжижения (160–200 ЕФ), валориметрическая оценка находилась на низком уровне (39–52 е. вал.), что соответствовало уровню показателей качества теста, полученного из зерна слабой пшеницы и пшеницы-филлера. Замешиваемое тесто обладало повышенной липкостью и быстро разжижалось.

Низкие реологические свойства теста из полбяной муки делают затруднительным ее использование в условиях реализации технологического процесса в промышленных условиях и отразятся негативно

Таблица 4. Выход полбяной муки, %

Table 4. Yield of spelled flour, %

| Помол | Продукт | Выход муки, % | | | |
|-----------------|------------------------------|---------------|------|-------|-------|
| | | Образцы муки | | Отрби | Итого |
| № 1 | Зерно полбы сорта Гремме | № 1 | № 2 | – | 59,7 |
| | | 24,3 | 35,4 | | |
| № 2 | Сходовый продукт с сита № 38 | № 3 | № 4 | 19,0 | 40,3 |
| | | 8,0 | 13,3 | | |
| Всего продуктов | | 32,3 | 48,7 | 19,0 | 100 |

Рис. 5. Образцы полбяной муки из зерна сорта Гремме:

а) № 1, б) № 2, в) № 3, г) № 4. Фото авторов

Fig. 5. Samples of spelled flour from grain of the Gremme variety:

а) No. 1, b) No. 2, c) No. 3, d) No. 4. Photo by the authors

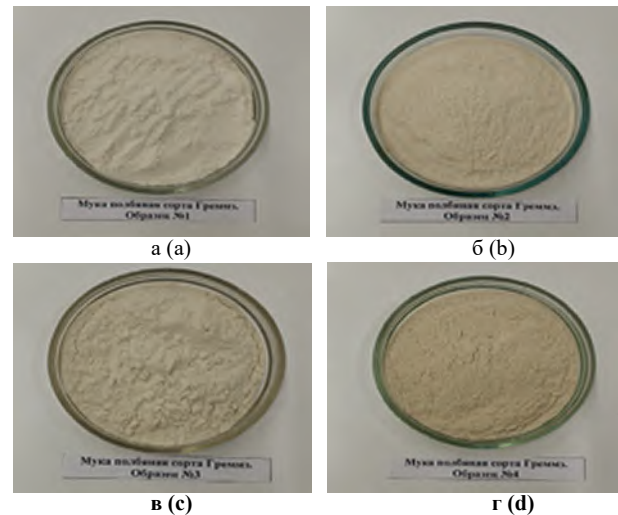


Таблица 5. Количество и качество клейковины в полбяной муке

Table 5. Quantity and quality of gluten in spelled flour

| Образцы муки | Массовая доля сырой клейковины, % | Качество сырой клейковины | | Массовая доля сухой клейковины, % | Гидратационная способность клейковины, % |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------------|--|
| | | Единиц ИДК | Группа качества | | |
| № 1 | 40,6 | 77 | I | 14,3 | 185 |
| № 2 | 43,7 | 105 | III | 15,3 | 186 |
| № 3 | 18,8 | 60 | I | 8,1 | 133 |
| № 4 | 11,6 | 49 | II | 4,9 | 137 |
| НСП ₀₅ | 1,7 | 8,8 | | 0,4 | 5,9 |

Таблица 6. Реологические свойства теста из полбяной муки

Table 6. Rheological properties of spelled flour dough

| Измеряемые параметры | Образцы муки | | | |
|--|--------------|-----|-----|-----|
| | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 |
| Водопоглощение, см ³ / 100 г муки | 70 | 68 | 62 | 62 |
| Время образования теста, мин. | 3,5 | 3 | 5 | 3 |
| Устойчивость, мин. | 1,5 | 1 | 2 | 1,5 |
| Степень разжижения, ЕФ | 200 | 205 | 160 | 175 |
| Показатель качества, мм | 41,5 | 38 | 61 | 56 |
| Валориметрическая оценка, е. вал. | 39 | 35 | 52 | 39 |

на объемном выходе и органолептических показателях выпекаемого хлеба.

С целью более объективного определения хлебопекарных свойств полбяной муки была проведена пробная лабораторная выпечка по безопасной методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Наиболее высоким объемным выходом отличался хлеб, выпеченный из полбяной муки образца № 1, превышая этот показатель хлебцев, выпеченных из других изученных образцов муки,

Рис. 6. Образцы хлеба, выпеченные из полбяной муки: а) № 1, б) № 2, в) № 3, г) № 4. Фото авторов

Fig. 6. Samples of bread baked from spelled flour: a) No. 1, b) No. 2, c) No. 3, d) No. 4. Photo by the authors



Таблица 7. Хлебопекарная оценка

Table 7. Bakery assessment

| Образцы муки | Качество подового хлеба | | | Объемный выход хлеба, см ³ | Удельный объем, см ³ /г | Общая хлебопекарная оценка, балл |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | Высота хлеба (H), мм | Диаметр хлеба (D), мм | Формоустойчивость, H/D | | | |
| № 1 | 42 | 117 | 0,36 | 359 | 2,8 | 3,6 |
| № 2 | 43 | 91 | 0,47 | 325 | 2,6 | 3,5 |
| № 3 | 42 | 89 | 0,47 | 287 | 2,4 | 3,1 |
| № 4 | 46 | 90 | 0,51 | 238 | 2,0 | 3 |
| HCP ₀₅ | | | | 17,6 | | |

на 34–121 см³ (рис. 6, табл. 7). Несколько более высокие значения удельного объема (2,6–2,8 см³/г) и общей хлебопекарной оценки (3,5–3,6 балла) отмечены у хлебцев, выпеченных из полбяной муки образцов № 1 и 2. Хлебцы получили высокую органолептическую оценку по показателям цвета корки (5 баллов), пористости (4–5 баллов), вкуса и запаха (5 баллов).

Корка имела привлекательный золотисто-коричневый цвет, пористость хлебного мякиша была равномерной тонкостенной, вкус и запах хлеба — специфические и весьма приятные. Влажность хлебного мякиша в изученных вариантах составила 36,8–40,0%, кислотность — 3,5–4,7 град., что соответствовало требованиям стандарта, предъявляемым к хлебу из пшеничной хлебопекарной муки.

При снижении содержания клейковинных белков и увеличении содержания измельченных частиц оболочек объемный выход и общая хлебопекарная оценка закономерно снижаются. Однако качество хлеба, выпеченного даже из муки образцов № 3 и 4, оценивается как удовлетворительное. При этом образцы этого хлеба содержат большее количество клетчатки, минеральных веществ и витаминов, что может быть востребовано потребителями на рынке здорового питания.

Исследованиями установлена возможность использования полбяной муки, выработанной из зерна пробы голозерной сорта Греммэ, для производства хлебоулучшающих изделий повышенной биологической, пищевой ценности и с высокой органолептической оценкой. Дальнейшее совершенствование технологического процесса переработки зерна полбы голозерной в муку

и производства из нее хлеба позволит рекомендовать широкое использование полбяной муки в промышленных условиях для расширения ассортимента хлебоулучшающих изделий лечебно-профилактического и диетического назначения [7, 14, 15].

Выводы/ Conclusions

Лабораторные испытания сортов спельты Алькоран, Знамение (пленчатая), полбы Греммэ 2 У на целесообразность их использования в крупяном производстве показали явное превосходство сорта Греммэ 2 У над включенным ранее в Государственный реестр селекционных достижений сортом полбы Руно, сортом спельты Алькоран и перспективным сортообразцом Знамение.

Показатели полбы сорта Греммэ 2 У сопоставимы с показателями сорта полбы Греммэ и тургидной пшеницы сорта Каныш. На показатели существенное влияние оказывает стекловидность зерна: чем она выше, тем больше выход целой и дробленной крупы.

Предварительные исследования показали целесообразность изучения не только крупяных, но и мукомольных и хлебопекарных свойств сорта полбы голозерной Греммэ. По изученным физико-химическим показателям зерно полбы отвечало требованиям, предъявляемым к зерну мягкой пшеницы 1-го класса (массовая доля сырой клейковины — 38,7%, натура зерна — 795 г/л, число падения — 416 с, общая стекловидность — 70%). Однако клейковина имела повышенную липкость, что, очевидно, может быть связано с повышенным содержанием глиадиновой фракции.

Общий выход муки первого пропуса составил 59,7%. Наибольший объемный выход (359 см³) и лучшие органолептические свойства хлеба (общая хлебопекарная оценка — 3,6 балла) отмечены у образца хлеба, выпеченного из полбяной муки, отвечающей по изученным показателям требованиям, предъявляемым к муке пшеничной хлебопекарной 1-го сорта.

Исследованиями подтверждена возможность использования полбяной муки, выработанной из зерна полбы голозерной сорта Греммэ, для производства хлебоулучшающих изделий повышенной биологической, пищевой ценности и с высокой органолептической оценкой.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии.* 2014; 2(2): 75–81. <https://www.elibrary.ru/sechlh>
- Фисенко А.В., Драгович А.Ю. Происхождение, генетическое разнообразие и миграционные пути культурной полбы *Triticum dicoccum*. *Генетика.* 2024; 60(4): 20–33. <https://doi.org/10.31857/S0016675824040022>

REFERENCES

- Kryukova E.V., Leiberova N.V., Likhacheva E.I. Study of the chemical composition of emmer wheat flour. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology.* 2014; 2(2): 75–81 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/sechlh>
- Fisenko A.V., Dragovich A.Yu. Origin, Genetic Diversity, and Migration Routes of Cultivated Emmer *Triticum dicoccum*. *Russian Journal of Genetics.* 2024; 60(4): 421–432. <https://doi.org/10.1134/S1022795424040069>

3. Михайлова М.А., Кузнецова Е.А., Солохина И.Ю., Гаврилина В.А., Кузнецова Е.А., Денисова А.Р. Показатели белково-протеиназного комплекса зерна полбы сорта Руно. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2022; (2): 71–74. <https://www.elibrary.ru/faeybm>

4. Юков В.В., Лихачева Е.И. Аминокислотный состав протеина Волжской полбы. *Комбикорма*. 2004; (7): 40–42.

5. Осипова Г.А., Хмелева Е.В. Использование зерна полбы сорта Гремме в макаронном производстве. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2023; (1): 190–199. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.378>

6. Хмелева Е.В., Королев Д.Н. Дробленое зерно полбы в технологии пшеничного крупяного хлеба. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. 2022; (5): 44–48. <https://www.elibrary.ru/lkiulv>

7. Темирбекова С.Т. и др. Достижения отечественной селекции в создании сортов из древних видов пшеницы. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022; (5): 4–8. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/4-8>

8. Богатырева Т.Г., Иунихина Е.В., Степанова А.В. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*. 2013; (2): 40–42. <https://www.elibrary.ru/rasdjh>

9. Романов Б.В., Козлов А.А., Парамонов А.В., Сорокина И.Ю. Перспективная линия тургидной пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; (2): 127–132. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-2-127-132>

10. Зверев С.В., Панкратьева И.А., Политуха О.В., Чиркова Л.В., Витол И.С., Стариченков А.А. Исследование свойств полбы. *Хлебопродукты*. 2016; (1): 66–67. <https://www.elibrary.ru/vdgnbz>

11. Зверев С.В., Политуха О.В., Абрамов П.С. Высокотемпературная микронизация в производстве зернопродуктов быстрого приготовления из полбы. *Хлебопродукты*. 2016; (11): 48–49. <https://www.elibrary.ru/wwsptd>

12. Юков В.В. Волжская полба и продукты ее переработки. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2005; (1): 23–26. <https://www.elibrary.ru/mnmhby>

13. Бец Ю.А., Панкраткина И.В., Наумова Н.Л. Качество и пищевая ценность композитных смесей с включением полбы. *Ползуновский вестник*. 2021; (3): 155–162. <https://www.elibrary.ru/bqiejd>

14. Temirbekova S., Afanasieva Y., Begeulov M., Kulikov I., Beloshapkina O., Sardarova I. A New Naked-Spelt Variety to Enhance Human Immune Function. *Journal of Biochemical Technology*. 2021; 12(1): 11–16. <https://doi.org/10.51847/D2JTs9fB5R>

15. Диордиева И.П., Рябовол Я.С., Кочмарский В.С., Рябовол Л.О. О результатах селекции пшеницы спельта (*Triticum spelta* L.) на продуктивность и качество зерна. *Сельскохозяйственная биология*. 2020; 55(3): 552–563. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.552rus>

16. Зверев С.В. и др. Крупа из новых сортов древних видов пшеницы. *Пищевая промышленность*. 2023; (3): 26–30. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.3.3.005>

3. Mikhailova M.A., Kuznetsova E.A., Solokhina I.Yu., Gavrilina V.A., Kuznetsova E.A., Denisova A.R. Indicators of protein-proteinase complex for farro grain "Runo". *Technology and the study of merchandise of innovative foodsuffs*. 2022; (2): 71–74 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/faeybm>

4. Yukov V.V., Likhacheva E.I. Amino acid composition of Volga spelt protein. *Compound feeds*. 2004; (7): 40–42 (in Russian).

5. Osipova G.A., Khmeleva E.V. The Use of Spelt Grain of the Gremme Variety in Pasta Production. *Storage and Processing of Farm Products*. 2023; (1): 190–199 (in Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.378>

6. Khmeleva E.V., Korolev D.N. Crushed spelt grain in the technology of wheat cereal bread. *Technology and the study of merchandise of innovative foodsuffs*. 2022; (5): 44–48 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lkiulv>

7. Temirbekova S.T. et al. Achievements of domestic breeding in the creation of varieties from ancient wheat species. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2022; (5): 4–8 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2022/5/4-8>

8. Bogatyreva T.G., Iunikhina E.V., Stepanova A.V. The use of spelled flour in bakery technology. *Khleboproducty*. 2013; (2): 40–42 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/rasdjh>

9. Romanov B.V., Kozlov A.A., Paramonov A.V., Sorokina I.Yu. Perspective line of turgid wheat. *Legumes and great crops*. 2022; (2): 127–132 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2022-2-127-132>

10. Zverev S.V., Pankratieva I.A., Politukha O.V., Chirkova L.V., Vitol I.S., Starichenkov A.A. Study of the properties of spelled. *Khleboproducty*. 2016; (1): 66–67 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vdgnbz>

11. Zverev S.V., Politukha O.V., Abramov P.S. High-temperature micronization in the production of instant grain products from spelled. *Khleboproducty*. 2016; (11): 48–49 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wwsptd>

12. Yukov V.V. About Volga spelled and its processed products. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*. 2005; (1): 23–26 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/mnmhby>

13. Betz Ju.A., Pankrashkina I.V., Naumova N.L. Quality and nutritional value of composite mixtures including spelt wheat. *Polzunovskiy vestnik*. 2021; (3): 155–162 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/bqiejd>

14. Temirbekova S., Afanasieva Y., Begeulov M., Kulikov I., Beloshapkina O., Sardarova I. A New Naked-Spelt Variety to Enhance Human Immune Function. *Journal of Biochemical Technology*. 2021; 12(1): 11–16. <https://doi.org/10.51847/D2JTs9fB5R>

15. Diordieva I.P., Ryabovol Ya.S., Kochmarsky V.S., Ryabovol L.O. On the results of breeding spelt wheat (*Triticum spelta* L.) on grain productivity and quality. *Agricultural biology*. 2020; 55(3): 552–563. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.3.552eng>

16. Zverev S.V. et al. Groats from new varieties of ancient types of wheat. *Food Industry*. 2023; (3): 26–30 (in Russian). <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.3.3.005>

ОБ АВТОРАХ

Сулухан Кудайбердиевна Темирбекова¹

доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией sul20@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

Марат Шагабанович Бегеулов²

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент mbegeulow@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5773-8220>

Иван Дмитриевич Байда²

магистрант baidivan007@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-5376-152X>

Сергей Васильевич Зверев³

доктор технических наук, профессор zverevsv@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6136-1796>

Ольга Владимировна Политуха⁴

ведущий инженер-исследователь vniiz_krup@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1337-9086>

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ул. Институт, вл. 5, пос. Большие Вязёмы, Московская обл., 143050, Россия

²Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127434, Россия

³АО «Группа компаний "Мелком"», Вокзальная ул., 9, Тверь, 170100, Россия

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки — филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова Российской академии наук, Дмитровское шоссе, 11, Москва, 127434, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Sulukhan Kudaiberdievna Temirbekova¹

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory sul20@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9824-6364>

Marat Shagabanovich Begeulov²

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor mbegeulow@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5773-8220>

Ivan Dmitrievich Baida²

Undergraduate Student baidivan007@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0001-5376-152X>

Sergey Vasilyevich Zverev³

Doctor of Technical Sciences, Professor zverevsv@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-6136-1796>

Olga Vladimirovna Politukha⁴

Leading Research Engineer vniiz_krup@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1337-9086>

¹All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology, Institut Str., 5 possession, Bolshye Vyazemy settlement, Moscow region, 143050, Russia

²Russian State Agrarian University — Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russia

³JSC «"Melcom" Group of Companies», 9 Vokzalnaya Str., Tver, 170100, Russia

⁴All-Russian scientific and Research Institute of Grain and Products of its processing — branch of V.M. Gorbатов Federal Scientific Center of Food Systems for food system, 11 Dmitrovskoe highway, Moscow, 127434, Russia