

УДК 664.691:633.112.6

Использование зерна полбы сорта Греммэ в макаронном производстве

Орловский государственный
университет имени И.С. Тургенева

Г. А. Осипова, Е. В. Хмелева

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Хмелева Евгения Викторовна

Адрес: 302026, г. Орел,
ул. Комсомольская, д. 95
E-mail: hmelevaev@bk.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:
данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

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

ПОСТУПИЛА: 26.12.2022

ПРИНЯТА: 05.03.2023

ОПУБЛИКОВАНА: 30.03.2023

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение. В настоящее время и в России, и за рубежом полба завоевывает популярность как диетический продукт здорового питания. Мука из зерна полбы находит широкое применение в производстве хлебобулочных, макаронных, мучных кондитерских изделий, регулярное потребление которых способствует укреплению иммунитета, улучшению работы сердечнососудистой, пищеварительной и репродуктивной систем, снижает риск развития анемии, инфекционных и онкологических заболеваний.

Цель. В работе представлены результаты исследования возможности применения голозерного зерна полбы сорта Греммэ в производстве цельнозерновых макаронных изделий.

Материалы и методы. Объекты исследований: зерно полбы сорта Греммэ урожая 2018 г., выращенное в Орловской области; лабораторные образцы макаронного теста; образцы полуфабрикатов макаронных изделий; лабораторные образцы макаронных изделий; образцы макаронных изделий, выработанных на однокорытном макаронном прессе периодического действия фирмы P. Dominioni. Методы исследований были проведены по показателям: влажность зерна, содержание и свойства клейковины, содержание белка, натура, масса 1000 зерен, общая стекловидность, число падения, содержание крахмала, начальная температура клейстеризации крахмала. Температура максимальной вязкости и вязкость крахмального геля определялась на приборе Амилотест АТ-97 в режиме 2; предельное напряжение сдвига макаронного теста - на приборе СТ-1М; также были определены варочные свойства макаронных изделий.

Результаты. Обоснован способ предварительной подготовки зерна полбы перед его использованием в производстве макаронных изделий. Параметры замачивания: гидро-модуль – 1:1, температура воды – 45 °С, продолжительность замачивания – 45 минут.

Выводы. Изучено влияние продолжительности замачивания зерна полбы сорта Греммэ на количество и свойства сырой клейковины и крахмала, реологические показатели макаронного теста и варочные свойства зерновых макаронных изделий. Потери сухих веществ при варке опытных образцов не превысили 6 %, что соответствует требованиям нормативных документов и характеризует изделия, как изделия высокого качества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

макаронные изделия, полба, сорт Греммэ, зерно

The Use of Spelt Grain of the Gremme Variety in Pasta Production

Orel State University named
after I.S. Turgenev

Galina A. Osipova, Evgeniya V. Khmeleva

CORRESPONDENCE:

Evgeniya V. Khmeleva

Address: 95 Komsomolskaya str.,
Orel, 302026

E-mail: hmelevaev@bk.ru

FOR CITATIONS:

Osipova, G. A., & Khmeleva, E. V. (2023).
The use of spelt grain of the gremme
variety in pasta production. *Storage
and Processing of Farm Products*, (1),
190–199. [https://doi.org/10.36107/
spfp.2023.378](https://doi.org/10.36107/spfp.2023.378)

RECEIVED: 26.12.2022

ACCEPTED: 05.03.2023

PUBLISHED: 30.03.2023

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Background. Currently, both in Russia and abroad, spelt is gaining popularity as a dietary product of healthy nutrition. Spelt grain flour is widely used in the production of bakery, pasta, flour confectionery products, regular consumption of which helps to strengthen the immune system, improve the functioning of the cardiovascular, digestive and reproductive systems, reduces the risk of anemia, infectious and oncological diseases.

Purpose. The paper presents the results of a study of the possibility of using bare grain spelt of the Gremme variety in the production of whole-grain pasta.

Materials and Methods. Objects of research: spelt grain of the Gremme variety of the 2018 harvest, grown in the Orel region; laboratory samples of pasta dough; samples of semi-finished pasta; laboratory samples of pasta; samples of pasta produced on a single-root pasta press of periodic action by P. Dominioni. The research methods were carried out according to the following indicators: grain moisture, gluten content and properties, protein content, nature, weight of 1000 grains, total vitreousness, number of drops, starch content, initial temperature of starch gelatinization. The temperature of the maximum viscosity and viscosity of the starch gel were determined on the Amilotest AT-97 device in mode 2; the maximum shear stress of the pasta dough was determined on the ST-1M device; the cooking properties of pasta were also determined.

Results. The method of preliminary preparation of spelt grain before its use in the production of pasta is substantiated. Soaking parameters: hydromodule – 1:1, water temperature – 45 °C, soaking duration – 45 minutes.

Conclusions. The influence of the duration of soaking of Gremme spelt grain on the amount and properties of raw gluten and starch, rheological parameters of pasta dough and cooking properties of grain pasta has been studied. The loss of dry matter during the cooking of prototypes did not exceed 6%, which meets the requirements of regulatory documents and characterizes the products as high-quality products.

KEYWORDS

pasta, spelt, Gremme variety, grain

ВВЕДЕНИЕ

Полба представляет собой особый вид пшеницы и является, по сути, прародительницей всех сортов современной мягкой пшеницы. Полба, несмотря на свое происхождение (страны Ближнего Востока), считается исконно русским продуктом. В настоящее время и в России, и за рубежом полба завоёвывает популярность как продукт здорового питания. Предприятия, занятые выращиванием и переработкой этой культуры на крупу и муку, обычно позиционируют ее как органический продукт премиум-класса. В качестве достоинств этой культуры отмечаются: нетребовательность к почвенно-климатическим условиям; высокое (относительно даже твердозерной пшеницы) содержание белка; отличная от современной пшеницы структура протеина. В 1991 г. Международной ассоциацией пищевой аллергии США были проведены клинические исследования доказывающие, что клейковина полбы в половине случаев не вызывает аллергии у людей, чувствительных к этому компоненту в зерне (Escarnot et al., 2012). Мука из зерна полбы находит широкое применение в производстве хлебобулочных, макаронных, мучных кондитерских изделий.

Запатентованы способы производства макаронной муки или крупы типа манная, а также муки из зерна полбы, рекомендованные к использованию в мукомольной, макаронной и кондитерской промышленности¹. Баженовой И.А. исследованы технологические свойства зерна полбы и разработаны рецептуры кулинарной продукции с использованием зерна полбы, оптимизированные по содержанию белка и аминокислотному составу (Баженова, 2004; Темирбекова и соавт., 2020; Хмелева и соавт., 2017). Крюковой Е.В. и др. проведен ряд исследований по использованию полбяной муки при производстве мучных кондитерских изделий. Добавление полбяной муки (5 % — 40 %) взамен пшеничной при замесе песочного теста существенно сказывается на вкусе, аромате и цвете печенья, намокаемость печенья увеличивается на 12 %, что является положительным фактором, так как характеризует более рассыпчатую структуру (Крюкова и соавт., 2016; Крюкова и соавт., 2014).

Разработаны рецепты хлебобулочных изделий на основе ржаной и полбяной муки с использованием термофильной гречневой закваски. Установлено, что использование полбяной муки снижает влажность хлеба, улучшает его пористость, и в значительной степени влияет на вкус и аромат готовых изделий, а также способствует повышению пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий (Иунихина, 2015; Богатырева и соавт., 2013). Хмелевой Е.В. разработаны технологические решения, позволяющие рекомендовать шелушенное зерно полбы для производства зернового хлеба, заключающиеся в добавлении на стадии замеса теста 4 % сухой пшеничной клейковины и 0,5 % к массе зерна улучшителя хлебопекарного S-5000 (Хмелева и соавт., 2016); 3,8 % — 4,8 % сухой пшеничной клейковины и 0,002 % — 0,005 % аскорбиновой кислоты (Хмелева & Проничева, 2017); сухого соевого лецитина²; использовании на стадии замачивания зерна полбы молочной сыворотки (Хмелева, 2017).

Возможность применения муки из зерна полбы для макаронного производства изучается российскими (Малютина & Туренко, 2016; Фазуллина & Смирнов, 2020; Фазуллина и соавт., 2020) и зарубежными исследователями (Filipović et al., 2014). Ими установлено, что макаронное тесто с мукой из полбы получается пластичным, состоящим из мелких комочков, которые хорошо проходят приемные витки шнека. Малютиной Т.Н. и др. (Малютина и соавт., 2015; Малютина и соавт., 2016) изучена возможность использования полбяной муки при производстве макаронных изделий и установлено ее влияние на свойства сырой клейковины, процессы формования и сушки макаронных изделий, свойства полуфабрикатов и готовых макаронных изделий (Малютина, 2016; Малютина, 2015). Авторы считают, что для прессования теста из полбяной муки требуется меньшее давление прессования 5–6 МПа в отличие от теста из хлебопекарной муки (10–12) МПа, что, на наш взгляд, может свидетельствовать о снижении реологических характеристик опытных образцов макаронного теста.

¹ Абрамов, П. С., Кандроков, Р. Х., & Зверев, С. В. (2016). РФ Патент № 2635084. Способ получения макаронной муки или крупы (типа «манная») из зерна полбы. Россия.

² Хмелева, Е. В., Румянцева, В. В., Березина, Н. А., & Хмелев, А. С. (2020). РФ Патент № 2740105. Способ производства зернового хлеба. Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева.

Внесение в рецептуру макаронных изделий полбяной муки позволяет обогатить их белком, ненасыщенными жирными кислотами и минеральными веществами. Фазулина и Смирнов (2020) представили результаты исследований разработанных рецептур макаронных изделий из нетрадиционного сырья, отвечающих современным требованиям здорового питания, предназначенных для диетического лечебного и диетического профилактического питания людей с избыточной массой тела. В качестве основного сырья выбрана мука цельнозерновая полбяная, а как дополнительное сырье — гречневая мука, порошки брокколи и сельдерея (Фазулина & Смирнов, 2020; Фазулина и соавт., 2020).

Ранее проведенными авторами данной статьи исследованиями установлены рациональные дозировки муки из полбы для производства макаронных изделий. Экспериментально доказана возможность использования смеси полбяной и пшеничной муки и пшеничных отрубей для получения качественной макаронной продукции, при этом обладающей повышенными пищевыми свойствами. Соотношение полбяной и пшеничной муки составляет 50:50 (вариант 1) и 66,7:33,3 (вариант 2), дозировка пшеничных отрубей 6 % к массе муки (Khmeleva et al., 2021)³.

Полба, уже нашла применение в производстве пищевых продуктов и, в частности, при выработке макаронных изделий. Однако в большей степени это относится к муке из полбы. В связи с этим, представляют интерес исследования возможности применения при производстве макаронной продукции целого, предварительно подготовленного зерна полбы.

Теоретическое обоснование

Зерно полбы в колосе покрыто плотным слоем оболочки, хорошо защищающим её от неблагоприятных погодных условий (дождей, засухи), от всевозможных загрязнений и даже от радиоактивного излучения. Но это плотное покрытие зерновки затрудняет обмолот колоса и шелушение зерна при переработке. Именно в связи с этим

выведены новые голозерные сорта полбы, одним из которых является сорт Греммэ (Рисунок 1).

Сорт Греммэ — первый и единственный сорт голозерной полбы, разновидность — ташкентум, характеризующийся среднеспелостью, урожайностью — 16,1 ц/га. Особенности данного сорта — засухоустойчивость, влагостойкость, жароустойчивость, содержание белка до 19%, среднерослость, средняя устойчивость к полеганию, хорошие кулинарные качества, устойчивость к грибковым заболеваниям (мучнистая роса, бурая ржавчина, корневая гниль, септориоз). Пшеница полба сорта Греммэ включена в Государственный реестр селекционных достижений в 2012 г.⁴

В 2016 г. полбу сорта Греммэ испытывали на центральном опытном поле Курганского НИИСХ, получив следующие показатели: урожайность — 11,7 ц/га, массу 1000 зерен — 22,7 г, натурную массу — 611 г, стекловидность 72% (Гилев и соавт., 2017). По данным Темирбековой С.К. (2020), основные показатели качества зерна полбы нового сорта Греммэ: высокая натура — 795 г/л, масса 1000 зерен — 35,6 г, общая стекловидность — 70%, число падения — 416 с, количество сырой клейковины — 36,7% при I группе качества (77 ед. ИДК),

Рисунок 1

Полба голозерная сорта Греммэ



³ Осипова, Г. А., Хмелева, Е. В., & Серегина, Т. В. (2020). РФ Патент № 2741104. *Состав теста для макаронных изделий (варианты)*. Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева.

⁴ Государственный реестр селекционных достижений. <http://oph-krasavskoe.ru/catalog/spring-wheat-hard/gremme>

содержание белка — 18,05% (на абсолютно сухое вещество), высокое содержание сырой клетчатки — 1,8%, содержание важных элементов Mn, Fe и Zn — 55,5% — 87,5%.

Проведенный анализ позволил аргументированно подойти к выбору данной культуры, использование которой для производства цельнозерновых макаронных изделий позволит не только получить продукт повышенной пищевой ценности, но и расширить ассортиментную линейку макаронной продукции. Именно особенность зерна сорта Гремме — голозерность, может позволить, на наш взгляд, использовать его в производстве макаронных изделий без предварительного замачивания или серьезно сократить процесс предварительной подготовки зерна (замачивание), целью которого является набухание зерна и размягчение его оболочек, поскольку необходимо максимально сохранить исходное количество и качество основного структурообразователя для макаронного производства — сырой клейковины. Так как, известно, что в процессе длительного замачивания снижается количество отмываемой сырой клейковины, а ее физические свойства ослабевают. Именно это впоследствии может оказать отрицательное влияние на качество готовых макаронных изделий.

Цель данного исследования — исследование возможности использования целого зерна полбы сорта Гремме в производстве макаронных изделий. Исследовательские вопросы, на которые призвано ответить исследование: (1) Требуется ли предварительное замачивание голозерного зерна полбы сорта Гремме? (2) Влияет ли продолжительности замачивания зерна полбы сорта Гремме на свойства крахмала, реологические показатели макаронного теста и варочные свойства макаронных изделий?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования

Объектами исследований являлись:

- (1) зерно полбы сорта Гремме урожая 2018 г., выращенное в Орловской области. Показатели качества зерна: натура — 745 г/л, масса 1000 зерен — 31,2 г, общая стекловидность — 74%, число падения — 350 с, количество сырой клейковины — 23,16% при II группе качества (92,5 ед. прибора ИДК), содержание белка — 13,9% (на абсолютно сухое вещество), содержание крахмала — 62,6%.
- (2) лабораторные образцы макаронного теста;
- (3) образцы полуфабрикатов макаронных изделий;
- (4) лабораторные образцы макаронных изделий;
- (5) образцы макаронных изделий, выработанные на макаронном прессе.

Оборудование

Замес макаронного теста в лабораторных условиях осуществляли на тестомесильной машине У1-ЕТК, формование полуфабрикатов макаронных изделий — на лапшережке фирмы Bekker. Сушку полуфабрикатов макаронных изделий осуществляли в сушилке VES Electric. Выработку опытных образцов макаронных изделий также осуществляли на однокорытном макаронном прессе периодического действия фирмы P. Dominioni (Италия).

Методы

Методы исследований показателей качества зерна: влажность — по ГОСТ 13586.5–2015⁵, содержание и свойства клейковины — по ГОСТ 54478–2011⁶, содержание белка — по ГОСТ 10846–91⁷, натура — по ГОСТ 10840–2017⁸, масса 1000 зерен — по ГОСТ 10842–89⁹, общая стекловидность — по ГОСТ 10987–

⁵ ГОСТ 13586.5–2015. (2019). *Зерно. Метод определения влажности*. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ Р 54478–2011. (2012). *Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице*. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 10846–91. (2012). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка*. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 10840–2017. (2019). *Зерно. Метод определения натуры*. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 10842–89. (2009). *Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур*. М.: Стандартинформ.

76¹⁰, число падения — по ГОСТ 27676–88¹¹, содержание крахмала — по ГОСТ 10845–98¹².

Определение начальной температуры клейстеризации крахмала, температуры максимальной вязкости крахмального геля и вязкости крахмального геля осуществляли на приборе Амилотест АТ-97 в режиме 2. Предельное напряжение сдвига макаронного теста определяли на приборе СТ-1М с использованием конуса с углом 30 град. Варочные свойства макаронных изделий — по ГОСТ 31964–2012¹³.

Процедура исследования

Предварительную подготовку зерна для производства зерновых макаронных изделий проводили путем замачивания (выдерживания целого зерна в воде) с последующим двойным измельчением (диспергированием) набухшего зерна на электрической мясорубке. На основе диспергированного зерна замешивали тесто. При проведении эксперимента в лабораторных условиях влажность макаронного теста принимали 39,5%, температуру воды, идущей на замес, 45 °С. Продолжительность замеса макаронного теста в лабораторных условиях на тестомесильной машине У1-ЕТК составляла 45 сек. Параметры сушильного воздуха: предварительная сушка изделий — температура 55 °С, окончательная сушка — 45 °С; относительная влажность воздуха 58% — 60%.

Анализ данных

Обработку результатов исследований производили с применением статистического метода обработки экспериментальных данных, определяя средние значения вычисляемой величины на основе не менее трех повторных определений. Достоверность различий средних проводили методом дисперсионного анализа с применением апостериорного анализа по критерию Тьюки при $p < 0,05$ с использованием пакета программ Statistica 6.0

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для обоснования использования голозерного зерна полбы сорта Греммэ в технологии цельнозерновых макаронных изделий необходимо исследовать влияние продолжительности замачивания зерна на основные его показатели: клейковину и крахмал, а также на структурно-механические свойства макаронного теста и качество макаронных изделий.

Технология производства макаронных изделий из цельного зерна предусматривает стадию предварительной подготовки зерна — замачивание с целью набухания и размягчения оболочек, позволяющее диспергировать и получать однородную массу. Основываясь на результатах исследований¹⁴, нами были выбраны следующие условия замачивания: соотношение воды и зерна при замачивании — 1:1; температура воды для замачивания зерна — 45 °С. Процесс замачивания зерна осуществляли в течение 30 (образец 1) и 45 (образец 2) минут, по истечении которых определяли влажность зерновой массы. Установлено, что в первом случае она составила 25,9%, а во втором — 26,5%. Далее решено было не увеличивать продолжительность процесса замачивания, а замоченное зерно откинуть на сито, дать стечь лишней влаге (3–5 минут) и дважды диспергировать. Полученную зерновую массу для исследования количества и свойств сырой клейковины подсушивали в трехдверной шкафной сушилке при температуре не более 60 °С в течение 30 минут и далее досушивали в условиях лаборатории до влажности зерна, равной 13–14%. Затем зерновую массу измельчали на лабораторной мельнице и пропускали через сито с размером ячеек 0,9 мм. Выход составил 98% — 98,6%. В качестве контрольного образца использовали очищенное от примесей, измельченное и пропущенное через сито с размером ячеек 0,9 мм зерно полбы сорта Греммэ, не прошедшее стадию замачивания.

¹⁰ ГОСТ 10987–76. (2009). *Зерно. Методы определения стекловидности*. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 27676–88. (2009). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения*. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 10845–98. (2009). *Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала*. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 31964–2012. (2014). *Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества*. М.: Стандартинформ.

¹⁴ Корячкина, С. Я., Осипова, Г. А., & Киселева, Т. В. (2004). РФ Патент № 2262270. *Способ производства макаронных изделий*. Орел: Орловский государственный технический университет.

Результаты исследований влияния продолжительности замачивания зерна полбы сорта Греммэ на содержание сырой и сухой клейковины, показатель ИДК, водопоглотительную способность представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Количество и качество клейковины зерна полбы сорта Греммэ

Наименование показателя	Наименования образца:		
	без замачивания	30 минут	45 минут
Содержание сырой клейковины, %	23,16 ± 0,3	23,48 ± 0,3	23,88 ± 0,3
Содержание сухой клейковины, %	8,52 ± 0,1	8,77 ± 0,1	8,88 ± 0,1
ИДК, ед.пр.	92,50	87,50	75,00
Водопоглотительная способность, %	172,00	178,10	203,00

Результаты экспериментальных исследований показали, что при замачивании зерна в течение установленного времени содержание сырой клейковины в некоторой степени увеличивалось по сравнению с контрольным образцом (на 0,32 % — 0,72 %). Это можно было бы объяснить увеличением водопоглотительной способности сырой клейковины опытных образцов (178,1% и 203% соответственно против 172% у контроля), однако при этом установлено её одновременное укрепление (показатель ИДК снизился на 5 и 12,5 ед.пр. соответственно). Отсюда возникло предположение, что, возможно, в структуру сырой клейковины чисто физически встроились тонко измельченные отрубьянистые частицы (пищевые волокна) зерна полбы, тем более, что они хорошо просматривались визуально. Вероятно, этому могло способствовать то, что зерно полбы данного сорта имеет высокое содержание глиадиновой фракции, о чем упоминается в работе (Малютина, 2016), авторы которой указывали на то, что при отмывании сырой клейковины ими была отмечена её повышенная липкость. Надо отметить, что при высушивании отмывой сырой клейковины перед взвешиванием, нами так же было отмечено данное её свойство.

Кроме этого, возможно, и наличие белково-полисахаридного взаимодействия между белковыми ве-

ществами зерна полбы и её тонко измельченными полисахаридами, что также могло способствовать увеличению массы сырой клейковины.

И первое, и второе предположения подтверждаются увеличением массы сухой клейковины (на 0,25 % и 0,36 % соответственно). Кстати, именно присутствие отрубьянистых частиц в составе сырой клейковины объясняет повышение её водопоглотительной способности. Зафиксировано изменение цвета сырой клейковины опытных образцов по сравнению с цветом контрольного образца. Клейковина опытных образцов была темнее.

Проведенный эксперимент показал то, что, несмотря на то, что данный сорт зерна полбы, — голозерный, процесс замачивания зерна даже такое непродолжительное время — 30 мин и 45 мин (а это и правильно, с точки зрения макаронного производства) необходим, поскольку способствует укреплению свойств сырой клейковины, что имеет существенное значение при выработке макаронных изделий.

Результаты исследования изменения свойств крахмала в зависимости от наличия и продолжительности стадии замачивания зерна представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Свойства крахмала зерна полбы сорта Греммэ

Наименование показателя	Наименования образца:		
	контроль	образец 1	образец 2
Температура начала клейстеризации, °C	73,50	75,00	74,50
Температура максимальной вязкости крахмального геля, °C	89,50	90,0	89,50
Вязкость крахмального геля, (усилие перемешивания, Н)	3,36	3,38	3,46

По данным Таблицы 2, в процессе непродолжительного замачивания существенных изменений свойств крахмала не произошло. Некоторые изменения в отношении исследуемых показателей, вероятно, могут быть связаны с различным соотношением крахмальных зерен разных размеров.

Реологические свойства макаронного теста из диспергированной зерновой массы исследовали после замеса на приборе Структурометр. СТ-1М. Полученные результаты приведены в Таблице 3.

Таблица 3

Реологические свойства макаронного теста

Наименование показателя	Наименования образца:		
	контроль	образец 1	образец 2
Усилие пенетрации, г	63,0	107,0	127,0
Предельное напряжение сдвига, кг/м ²	1414,3	2402,0	2851,0

Как показали полученные результаты, реологические свойства макаронного теста из предварительно замоченного зерна полбы выше аналогичных свойств контрольного образца, причем более длительное замачивание способствует большему укреплению теста. Это связано именно с присутствием в составе теста отрубнистых частиц, которые в том числе способствовали укреплению свойств сырой клейковины, а также оказывали влияние на изменение цвета (потемнение) полуфабрикатов и готовых макаронных изделий.

Далее исследовали варочные свойства готовой продукции, результаты приведены в Таблице 4.

Таблица 4

Варочные свойства зерновых полбяных макаронных изделий

Наименование образца	Наименование показателя			
	Время варки, мин	Сохранность формы, %	Коэффициент увеличения массы	Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %
Контроль	10	100	1,68	8,42 ± 0,2
30 минут	10	100	1,56	5,89 ± 0,2
45 минут	11	100	2,01	5,50 ± 0,2

Анализ показателей варочных свойств зерновых макаронных изделий:

- время варки изделий практически одинаково;
- коэффициент увеличения массы у опытного образца с продолжительностью замачивания зерна 45 минут выше, чем у контроля, что говорит о хорошем качестве изделий;

- сухое вещество, перешедшее в варочную воду при варке контрольного образца превышает 6%, что объясняется невысоким содержанием сырой клейковины, высоким значением показателя ИДК сырой клейковины (92,5 ед.пр.), и более низкими реологическими свойствами теста по сравнению с показателями опытных образцов. Для опытных образцов зерновых макаронных изделий потери сухих веществ ниже 6%. На это повлияло, на наш взгляд, именно присутствие отрубнистых частиц в структуре сырой клейковины, что явилось следствием замачивания зерна полбы. И именно такое свойство данного сорта, как большая доля глиадиновой фракции, сыграло существенную роль в формировании хорошего качества готовых макаронных изделий.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования доказали возможность использования целого зерна полбы сорта Греммэ в производстве макаронных изделий. В работе показана необходимость и целесообразность предварительного замачивания зерна полбы сорта Греммэ до его использования при выработке макаронных изделий. Параметры замачивания: гидромодуль — 1:1, температура воды — 45 °С, продолжительность замачивания — 45 минут. Исследовано влияние предварительно замоченного, дважды диспергированного, высушенного и просеянного зерна полбы сорта Греммэ на количество и свойства сырой клейковины, результаты которого и доказали необходимость и целесообразность процесса предварительного замачивания зерна полбы. Исследовано влияние предварительно замоченного, дважды диспергированного, высушенного и просеянного зерна полбы сорта Греммэ на свойства крахмала зерна полбы, реологические свойства макаронного теста и варочные свойства готовой макаронной продукции. Потери сухих веществ при варке опытных образцов не превысили 6%, что соответствует требованиям нормативных документов и характеризует изделия, как изделия высокого качества.

Дальнейшим направлением исследования является определение пищевой и биологической ценности разработанных цельнозерновых макаронных изделий.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Осипова Г.А. — руководство исследованием, концептуализация, методология, проведение исследования, верификация данных, формальный анализ, создание рукописи и её редактирование.

Хмелева Е. В. — проведение исследования, верификация данных, формальный анализ, создание рукописи и её редактирование, визуализация.

ЛИТЕРАТУРА

- Баженова, И. А. (2004). *Исследование технологических свойств зерна полбы и разработка кулинарной продукции с его использованием* [Кандидатская диссертация, Санкт-Петербургский торгово-экономический университет]. СПб., Россия.
- Богатырева, Т. Г., Иунихина, Е. В., & Степанова, А. В. (2013). Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*, (2), 40–42.
- Гилев, С. Д., Цымбаленко, И. Н., & Мешкова, Н. В. (2017). Урожайность полбы и технологические качества зерна в зависимости от приемов возделывания. *Аграрный вестник Урала*, (5), 12–16.
- Иунихина, Е. В. (2015). *Совершенствование технологии хлебобулочных изделий для здорового питания на основе применения нетрадиционного сырья* [Кандидатская диссертация, Московский государственный университет пищевых производств]. М., Россия.
- Крюкова, Е. В., Грашенков, Д. В., Лейберова, Н. В., & Чугунова, О. В. (2014). Влияние полбяной муки на качество сдобного печенья. *Кондитерское производство*, (3), 15–17.
- Крюкова, Е. В., Пастушкова, Е. В., & Мысаков, Д. С. (2016). Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья. *Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы*, (1), 71–75.
- Малютина, Т. Н., Межова, Т. Н., & Туренко, В. В. (2015). Применение нетрадиционной муки в технологии макаронных изделий. В *Технологии производства пищевых продуктов питания и экспертиза товаров: Сборник научных статей международной научно-практической конференции* (с. 130–132). Курск: Университетская книга.
- Малютина, Т. Н., & Туренко, В. В. (2016). Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, (4), 166–171.
- Темирбекова, С. К., Береулов, М. Ш., Афанасьева, Ю. В., Куликов, И. М., & Ионова, Н. Э. (2020). Адаптивный потенциал полбы голозерной в условиях второго, третьего и седьмого регионов Российской Федерации. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*, (1), 34–38.
- Фазулина, О. Ф., & Смирнов, С. О. (2020). Исследование пищевой ценности макаронных изделий из полбы с растительными добавками. *Индустрия питания*, 5(2), 61–70. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-2-8>
- Фазулина, О. Ф., Смирнов, С. О., & Королев, А. А. (2020). Исследование показателей качества макаронных изделий из полбы. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, (1), 126–131. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-1-126-131>
- Хмелева, Е. В., Березина, Н. А., & Жуков, В. Ю. (2017). Технологические решения по применению зерна полбы для производства зернового хлеба. *Хлебопродукты*, (5), 50–55.
- Хмелева, Е. В., Королев, Д. Н., & Пенькова, Ю. В. (2016). Способ производства хлеба из зерна полбы. В *Пищевые инновации и биотехнологии: Материалы конференции* (с. 357–359). Кемерово: Кемеровский государственный университет.
- Хмелева, Е. В., & Проничева, А. В. (2017). Способ подготовки зерна полбы в технологии зернового хлеба. В *Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров: Материалы конференции* (с. 328–331). Курск: Курский государственный аграрный университет.
- Escarnot, E., Jacquemin, J.-M., & Agneessens, R. (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat: A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16(2), 243–256.
- Filipović, J., Pezo, L., Filipović, N., & Filipović, V. (2014). Optimization of spelt pasta composition, regarding inulin hpx content and eggs quantity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(4), 167–173. <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-4-6>
- Khmeleva, E., Osipova, G., Seregina, T., & Rogacheva, Yu. (2021). Innovative technology for the production of macaroni products made of emmer wheat flour. In *Agriculture and food security: Technology, innovation, markets, human resources: International Scientific-Practical Conference* (vol. 37, article 82). <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20213700082>

REFERENCES

- Bazhenova, I. A. (2004). *Issledovanie tekhnologicheskikh svoystv zerna polby i razrabotka kulinarnoi produktsii s ego ispol'zovaniem* [Research of technological properties of spelt grain and development of culinary products with its use] [Candidate Dissertation, Sankt-Peterburgskii torgovo-ekonomicheskii universitet]. S-Petersburg, Russia.
- Bogatyreva, T. G., Iunikhina, E. V., & Stepanova, A. V. (2013). Ispol'zovanie polbyanoi muki v tekhnologii khlebobulochnykh izdelii [The use of spelt flour in the technology of bakery products]. *Khleboprodukty* [Bread products], (2), 40–42.
- Fazullina, O. F., & Smirnov, S. O. (2020). Issledovanie pishchevoi tsennosti makaronnykh izdelii iz polby s rastitel'nymi dobavkami [Investigation of the nutritional value of spelt pasta with vegetable additives]. *Industriya pitaniya* [Food Industry], 5(2), 61–70. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-2-8>
- Fazullina, O. F., Smirnov, S. O., & Korolev, A. A. (2020). Issledovanie pokazatelei kachestva makaronnykh izdelii iz polby [Investigation of the quality indicators of spelt pasta]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], (1), 126–131. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-1-126-131>
- Gilev, S. D., Tsymbalenko, I. N., & Meshkova, N. V. (2017). Urozhainost' polby i tekhnologicheskie kachestva zerna v zavisimosti ot priemov vozdeleyvaniya [The yield of spelt and the technological qualities of grain, depending on the methods of cultivation]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], (5), 12–16.
- Iunikhina, E. V. (2015). *Sovershenstvovanie tekhnologii khlebobulochnykh izdelii dlya zdorovogo pitaniya na osnove primeneniya netraditsionnogo syr'ya* [Improving the technology of bakery products for healthy nutrition based on the use of non-traditional raw materials] [Candidate Dissertation, Moskovskii gosudarstvennyi universitet pishchevykh proizvodstv]. Moscow, Russia.
- Khmeleva, E. V., & Pronicheva, A. V. (2017). Sposob podgotovki zerna polby v tekhnologii zernovogo khleba [Method of preparation of spelt grain in grain bread technology]. In *Problemy identifikatsii, kachestva i konkurentosposobnosti potrebitel'skikh tovarov: Materialy konferentsii* [The problems of identification, quality and competitiveness of consumer goods: Conference materials] (pp. 328–331). Kursk: Kurskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet.
- Khmeleva, E. V., Berezina, N. A., & Zhukov, V. Yu. (2017). Tekhnologicheskie resheniya po primeneniyu zerna polby dlya proizvodstva zernovogo khleba [Technological solutions for the use of spelt grain for the production of grain bread]. *Khleboprodukty* [Bread Products], (5), 50–55.
- Khmeleva, E. V., Korolev, D. N., & Pen'kova, Yu. V. (2016). Sposob proizvodstva khleba iz zerna polby [A method of producing bread from spelt grain]. In *Pishchevye innovatsii i biotekhnologii: Materialy konferentsii* [Food Innovations and Biotechnology: Conference Proceedings] (pp. 357–359). Kemerovo: Kemerovskii gosudarstvennyi universitet.
- Kryukova, E. V., Grashchenkov, D. V., Leiberova, N. V., & Chugunova, O. V. (2014). Vliyanie polbyanoi muki na kachestvo sdobnogo pechen'ya [The influence of spelt flour on the quality of butter cookies]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery Production], (3), 15–17.
- Kryukova, E. V., Pastushkova, E. V., & Mysakov, D. S. (2016). Razrabotka muchnykh konditerskikh izdelii s ispol'zovaniem netraditsionnogo syr'ya [Development of flour confectionery products using non-traditional raw materials]. *Ratsional'noe pitanie, pishchevye dobavki i biostimulyatory* [Rational Nutrition, Dietary Supplements and Biostimulants], (1), 71–75.
- Malyutina, T. N., & Turenko, V. V. (2016). Issledovanie vliyaniya netraditsionnogo vida muki na kachestvo makaronnykh izdelii iz myagkoi pshenitsy [Investigation of the influence of an unconventional type of flour on the quality of soft wheat pasta]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], (4), 166–171.
- Malyutina, T. N., Mezheva, T. N., & Turenko, V. V. (2015). Primenenie netraditsionnoi muki v tekhnologii makaronnykh izdelii [The use of non-traditional flour in pasta technology]. In *Tekhnologii proizvodstva pishchevykh produktov pitaniya i ekspertiza tovarov: Sbornik nauchnykh statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [The technology of food production and examination of goods: Collection of scientific articles of the international scientific and practical conference] (pp. 130–132). Kursk: Universitetskaya kniga.
- Temirbekova, S. K., Begeulov, M. Sh., Afanas'eva, Yu. V., Kulikov, I. M., & Ionova, N. E. (2020). Adaptivnyi potentsial polby golozernoi v usloviyakh vtorogo, tret'ego i sed'mogo regionov Rossiiskoi Federatsii [Adaptive potential of nudibranch spelt in the conditions of the second, third and seventh regions of the Russian Federation]. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], (1), 34–38.
- Escarnot, E., Jacquemin, J.-M., & Agneessens, R. (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat: A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16(2), 243–256.
- Filipović, J., Pezo, L., Filipović, N., & Filipović, V. (2014). Optimization of spelt pasta composition, regarding inulin hpx content and eggs quantity. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(4), 167–173. <https://doi.org/10.12691/jfnr-2-4-6>
- Khmeleva, E., Osipova, G., Seregina, T., & Rogacheva, Yu. (2021). Innovative technology for the production of macaroni products made of emmer wheat flour. In *Agriculture and food security: Technology, innovation, markets, human resources: International Scientific-Practical Conference* (vol. 37, article 82). <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20213700082>