

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53>
УДК 633.11:664.8

ПОДГОТОВКА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВОВ «ВТОРЫЕ ОБЕДЕННЫЕ БЛЮДА»

М. Л. Зенькова* , Д. А. Бабич 

Дата поступления в редакцию: 21.02.2018

Дата принятия в печать: 21.05.2018

УО «Белорусский государственный экономический университет»,
220070, Беларусь, г. Минск, пр-т Партизанский, 26

*e-mail: mariya_lz@mail.ru



© М. Л. Зенькова, Д. А. Бабич, 2018

Аннотация. Современные тенденции максимального использования всех анатомических частей зерновки в питании человека обуславливают интерес к разработке готового к употреблению консервированного продукта на основе подготовленного целого зерна «Вторые обеденные блюда» в удобной полимерной упаковке. Предложен способ подготовки зерна пшеницы путем замачивания, бланширования и добавления в консервы в качестве одного из ингредиентов рецептуры. Объектом исследований являлось зерно пшеницы голозерное, выращенное в Беларуси. Исследованы показатели качества зерна по стандартным методикам, этапы подготовки зерна, изменение микрофлоры при подготовке, установлены параметры бланширования подготовленного зерна. Определен коэффициент набухания $k = 1,3$ при замачивании зерна пшеницы в воде (температура (18 ± 2) °C в течение 30 ч, смена воды каждые 5 ч) до влажности $(44,4 \pm 1)$ %. Энергия прорастания зерна 92,0–96,2 % и коэффициент набухания $k = 1,3$ учитываются при расчете норм расхода сырья в производстве консервированной продукции. Установлено, что в процессе замачивания зерна микробная обсемененность значительно увеличивается, и это увеличение наблюдается с увеличением времени замачивания. Проведена оптимизация процесса бланширования пророщенного зерна и установлены технологические параметры бланширования: температура 95–98 °C, продолжительность 20 мин. Исследован процесс поглощения зерном раствора соли после стерилизации в процессе хранения модельных образцов консервов и установлено, что выпитывание прекращается по истечении 60 суток хранения, при этом коэффициент набухания зерна составляет $k = 1,12$.

Ключевые слова. Пшеница мягкая, зерно, консервирование, технологические параметры

Для цитирования: Зенькова, М. Л. Подготовка зерна пшеницы при разработке технологии консервов «Вторые обеденные блюда» / М. Л. Зенькова, Д. А. Бабич // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 2. С. 46–53. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53>.

WHEAT GRAIN PREPARING FOR PRODUCTION OF CONSERVED FOOD “SECOND COURSE FOR LUNCH”

M.L. Zenkova* , D.A. Babich 

Received: 21.02.2018

Accepted: 21.05.2018

Belarus State Economic University,
26, Partizanski Ave., Minsk, 220070, Belarus

*e-mail: mariya_lz@mail.ru



© M.L. Zenkova, D.A. Babich, 2018

Abstract. Modern trends which imply maximum using of all caryopsis anatomical parts in people's diet present a great interest from the point of view of developing a ready-to-eat preserved food “Second Course for Lunch” based on prepared whole grain in a convenient polymer package. The author suggested using the method of preparing wheat grain by means of steeping, parboiling, and adding it in the preserved food as one of the recipe ingredients. The subject of the study was hullless wheat grain harvested in the Republic of Belarus. The author studied grain quality parameters using standard procedures, grain preparation stages, changes in microbial flora during preparation. Besides, parboiling parameters of the prepared grain were determined. Swelling ratio was determined ($k = 1.3$) for wheat grain steeping in water at 18 ± 2 °C during 30 hours with water changes every 5 hours till humidity reached 44.4 ± 1 %. Seed vigor (92.0–96.2 %) and swelling ratio ($k = 1.3$) are considered during calculation of raw material usage rate in the production of preserved food. It was determined that during steeping bacterial content rises sufficiently, and that process takes place when steeping period increases. The author optimized the process of sprouted grain parboiling and determined parboiling technological parameters: at 95–98 °C for 20 min. The process of salt solution absorption by grain after processing during storage of preserved food model samples was considered. The author found out that absorption stops after 60 days of storage. Grain swelling ratio is $k = 1.12$.

Keywords. Soft wheat, grain, conservation, technological parameters

For citation: Zenkova M.L., Babich D.A. Wheat grain preparing for production of conserved food “Second course for lunch”. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2018, vol. 48, no. 2, pp. 46–53 (In Russ.). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-2-46-53>.

Введение

Современные тенденции максимального использования всех анатомических частей зерновки в питании человека обуславливают интерес к разработке готового к употреблению продукта на основе целого зерна. В производстве консервированной продукции из зерновых культур используют зерно кукурузы определенных сортов для производства консервов «Кукуруза сахарная консервированная», а также крупы для производства мясорастительных, растительно-мясных, рыбо-растительных, растительно-рыбных консервов, в том числе для детского питания. Учеными проводятся исследования по использованию зерна для расширения ассортимента пищевых продуктов на основе зерна или с добавлением зерна. Широко используется проращивание для производства проросших зерновых культур для потребления в повседневной жизни. При проращивании накапливаются различные биологически активные соединения, поэтому такие продукты часто рекомендуют для употребления в качестве функциональных с целью предупреждения хронических заболеваний [1, 2]. Однако повышение контаминации микроорганизмами пророщенного зерна при проращивании является одним из сдерживающих факторов применения пророщенного зерна в общественном питании и для обогащения продуктов питания без дополнительной обработки [3, 4]. Многие исследования ученых посвящены разработке продуктов из пророщенного зерна, а также продуктов с добавлением пророщенного зерна и семян с целью повышения их пищевой ценности [5–13].

В Беларуси исследования по разработке технологии проращивания и изучению возможности использования пророщенного зерна в производстве пищевых продуктов проведены учеными Могилевского государственного университета продовольствия [14–18]. Также проводятся исследования по разработке технологии консервированных продуктов на основе зерна пшеницы [19]. В настоящее время большое внимание уделяется разработке продуктов со сбалансированным составом, с пониженным содержанием сахара и жира, с содержанием полезных для здоровья человека ингредиентов, с длительным сроком годности, быстрого приготовления и безопасных для человека. Темп современной жизни ставит многих потребителей в условия постоянной нехватки времени на завтрак или обед, а продукты длительного хранения (консервы) могут стать альтернативой продуктам быстрого питания. Немаловажными критериями для потребителей при выборе таких продуктов являются отсутствие специальных условий хранения, удобство приготовления (разогрев в СВЧ-печках) и употребления (достаточно вскрыть упаковку и переложить блюдо в тарелку). Одним из перспективных направлений в разработке продуктов данной группы является проектирование и производство продуктов многокомпонентного состава, сочетающих в себе сбалансированный

комплекс необходимых организму пищевых веществ. При разработке консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда» с добавлением зерна необходимо учитывать особенности строения зерновки, особенности подготовки и химического состава зерна пшеницы, а также ожидания потребителей при употреблении таких продуктов. Готовый продукт представляет собой смесь из подготовленных овощей, целых отварных шампиньонов (не менее 12%), подготовленного зерна пшеницы (не менее 20%), овощного пюре (томатного, морковного и тыквенного), соли, лимонной кислоты для корректировки вкуса, перца горького и перца душистого. В составе проектируемого продукта предполагается использовать подготовленное зерно пшеницы как источник пищевых волокон, что также позволит расширить ассортимент и увеличить спрос на консервированные вторые обеденные блюда. Поскольку данное сырье не является характерным для консервной отрасли, его использование для консервирования требует разработки технологии по подготовке сырья.

Цель исследований – обоснование основных этапов процесса подготовки зерна пшеницы, предназначенного для изготовления консервированных продуктов в части вторых обеденных блюд. Поставленная цель достигается путем последовательного решения следующих задач: изучение физико-химических показателей качества и изменения микрофлоры зерна пшеницы при замачивании, установление оптимальных параметров бланширования зерна, изучение кинетики набухания зерновки при замачивании, бланшировании зерна и хранении модельных образцов консервов.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлось зерно пшеницы голозерное сорта Рассвет, выращенное в Беларуси в период 2010–2017 гг., со следующими показателями: содержание влаги ($8,7 \pm 0,5$) %, содержание азота ($3,58 \pm 0,08$) %, содержание крахмала ($50,4 \pm 0,7$) %, содержание жира ($1,93 \pm 0,1$) %.

При выполнении работы применялись следующие методы исследования: наблюдение, сравнение, счет, измерение, эксперимент, аналогия и обобщение. Содержание основных питательных веществ определяли в соответствии с действующими в Республике Беларусь техническими нормативными правовыми актами по стандартным методикам для зерна и продуктов его переработки, а также для продуктов переработки фруктов и овощей, так как подготовленное зерно в сочетании с подготовленными овощами употребляется в пищу в виде консервов (готовых продуктов) и показатели качества продуктов указываются без пересчета на сухое вещество. Содержание азота определяли по ГОСТ 26889-86 на приборе Kjelttek, массовую долю крахмала – поляриметрическим методом по ГОСТ 10845-98, содержание жира – по ГОСТ 29033-91 и гравиметрическим методом с экстракцией жира бензином по ГОСТ 8756.21-89, общее количество

сахаров (в расчете на инвертный) и массовую долю редуцирующих сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87. Содержание влаги определяли по ГОСТ 13586.5-2015 и ГОСТ 28561-90, массовую долю золы – по ГОСТ 28418-89 и ГОСТ 25555.4-91, массовую долю клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91. Исследования энергии прорастания и способности прорастания зерна проводились по ГОСТ 10968-88. Исследования проводили в двух последовательных пробах не менее четырех параллельных измерений. Исследования микробиологических показателей проводили в соответствии с ГОСТ 28805-90 и ГОСТ 10444.15-94. Этапы проведения исследований по подготовке зерна пшеницы при производстве консервированных продуктов представлены на рис. 1.

Результаты и их обсуждение

Подготовка зерна заключается в удалении примесей из зерновой массы, очистке и мойке поверхности зерна. При использовании зерна в консервировании определяли физические показатели зерна пшеницы, такие как энергия прорастания (92,0–96,2 %) и способность к прорастанию (92,4–96,0 %). Высокое значение показателя прорастания является одной из характеристик, показывающей активизацию имеющихся в зерне ферментов. После удаления примесей было исследовано качество сухого зерна, результаты представлены в табл. 1.

Важным этапом подготовки зерна к консервированию является его замачивание с целью набухания и размягчения оболочек. Во время замачивания зерно получает необходимое количество воды, что способствует развитию основных биологических процессов. Замачивание зерна проводят, как правило, в течение 10–24 ч. В процессе набухания увеличивается активность ферментов, ускоряется расщепление сложных запасных веществ на более простые, легко растворимые, которые служат питанием для развивающегося зародыша. Скорость активизации ферментных систем зависит от продолжительности замачивания зерна. Поэтому, чтобы зерно приобрело характерный сладковатый вкус, процесс замачивания проводили в течение 30 ч. Промытую

зерновую массу замачивали в открытых варочных котлах, заливая ее питьевой водой так, чтобы над поверхностью зерна слой воды был не более 20 мм. Всплывшие на поверхность щуплые и мелкие зерна удаляли. Замачивание проводили в условиях производственной базы предприятия по переработке фруктов и овощей при температуре (18 ± 2) °С в течение 30 ч. В ходе замачивания воду 6 раз меняли на свежую, а зерно перемешивали [20]. При смене воды происходит эффект аэрации зерна для предотвращения анаэробного дыхания. Процесс поглощения воды клетками зерна приводит к прорастанию, и росток при этом достигает длины 1,0–2,0 мм. При такой длине роста отмечается максимальная биологическая ценность зерна [9, 15, 21]. Влияние замачивания и проращивания зерна на изменение морфологии гранул крахмала, на молекулярную структуру, физико-химические и технологические свойства зерна подробно исследовано многими учеными и практиками [8, 15–18, 23]. Известны способы проращивания зерна в пивоварении, где процесс проращивания характеризуется также тремя визуально наблюдаемыми явлениями: поглощение воды зерном, начинающимся развитием зародыша и превращениями резервных веществ, имеющихся в эндосперме [22].

Научные подходы, направленные на разработку технологии производства консервированных продуктов питания, должны сочетать в себе сохранение натуральных качеств сырья, питательность готового продукта и хорошие органолептические показатели. На данном этапе работы были исследованы показатели качества сухого зерна, которое находилось в состоянии покоя. Состояние покоя пшеницы нарушается достаточно легко: при повышении влажности зерна и температуры активность ферментов возрастает, в зерне начинаются процессы, ведущие к развитию зародыша в новое растение [20]. Средние данные по химическому составу сухого зерна пшеницы в пересчете на сухое вещество и подготовленного для консервирования зерна без пересчета на сухое вещество представлены в табл. 1.

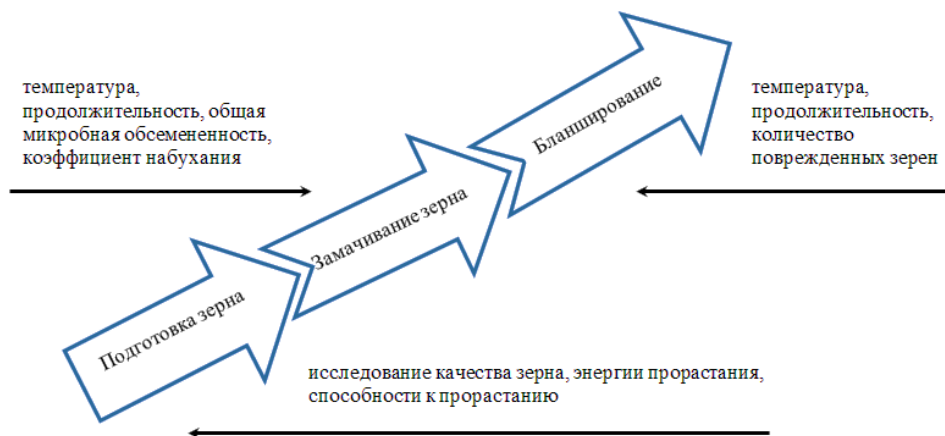


Рисунок 1 – Этапы исследований по подготовке зерна пшеницы при производстве консервированных продуктов

Figure 1 – Research stages devoted to wheat grain preparation during preserved food production

Таблица 1 – Химический состав сухого и подготовленного зерна пшеницы (средние данные)

Table 1 – Chemical composition of dry and prepared wheat grain (average data)

Наименование показателей	Сухое зерно	Подготовленное зерно
Содержание влаги, %	8,70 ± 0,50	44,40 ± 1,00
Зольность, %	1,44 ± 0,01	1,96 ± 0,01
Содержание азота, %	3,58 ± 0,07	6,67 ± 0,02
Массовая доля крахмала, %	50,40 ± 0,70	32,43 ± 0,90
Массовая доля клетчатки, %	10,06 ± 0,12	3,30 ± 0,10
Массовая доля жира, %	1,93 ± 0,10	0,21 ± 0,01
Массовая доля сахаров, % общих/редуцирующих	1,99/0,99	0,57/0,22

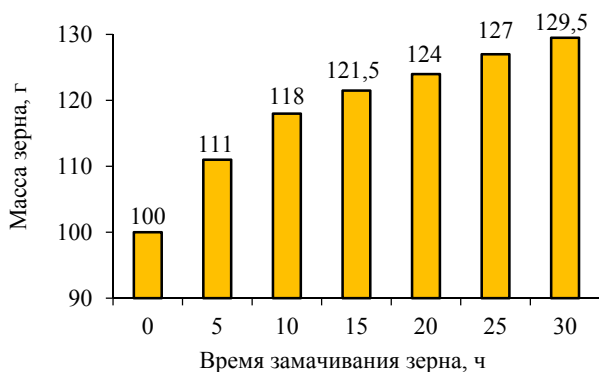


Рисунок 2 – Изменение массы зерна пшеницы при замачивании

Figure 2 – Wheat grain mass changes at steeping



Рисунок 3 – Зерно пшеницы после замачивания

Figure 3 – Wheat grain after steeping

Изменение массы зерна пшеницы при замачивании в расчете на 100 г зерна представлено на рис. 2.

В результате проведения исследований установлено, что при замачивании масса зерна увеличивается и коэффициент набухания зерна пшеницы составляет $k = 1,3$. Коэффициент набухания зерна учитывается при проектировании рецептуры и нормы расхода сырья. В процессе замачивания изменяются консистенция и вкус зерна: оно становится более мягким и сладковатым, что связано с гидролизом крахмала и нарастанием содержания сахаров. В начальный период замачивания происходит увеличение массы зерна на 11 % за счет быстрого поглощения зерном воды. С увеличением влагосодержания снижается скорость

поглощения зерном воды, и масса зерна увеличивается в меньшей степени. Особенно замедляется этот процесс при достижении зерном влажности $(44,4 \pm 1) \%$. Замачивание зерна прекращали при видимом появлении роста, т. е. когда корешок зародыша проникал через основание зерна и становился видимым (рис. 3). При такой длине корешка не образуются продукты гидролиза жирных кислот, отвечающие за появление ошутимого огуречного запаха в пророщенном зерне.

Также при замачивании увеличивается дыхание зерна пшеницы, поэтому очевидно, что такое зерно хранится значительно хуже, чем сухое, и хранение зерна в производстве консервированной продукции недопустимо. Зерно следует направлять на дальнейшие технологические операции, такие как бланширование и смешивание с другими подготовленными ингредиентами рецептуры.

В числе факторов, влияющих на качество зерна при замачивании, существенная роль принадлежит микроорганизмам. Для оценки фактической микробной контаминации сухого зерна и зерна пшеницы после замачивания определяли количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), плесневых грибов и дрожжей. Для этого готовили водные «болтушки» зерна после замачивания, которые разводили по методу пластинчатых разводов Коха (разведения 1:10, 1:100, 1:1000, 1:10000, 1:100000 и 1:1000000), а затем высевали по $0,1 \text{ см}^3$ поверхностным способом на соответствующие питательные среды. Контролем служили образцы разведений, приготовленных из «болтушек» сухого зерна. Результаты микробиологических исследований представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, общая микробная контаминация зерна после замачивания выше, чем у сухого, причем с увеличением времени проращивания численный состав микробиоты зерна увеличивается. Следует отметить, что в процессе замачивания зерна в течение 20 ч количество колоний МАФАнМ увеличилось примерно в 12 раз, плесневых грибов и дрожжей – в 1900 раз и 1550 раз соответственно, что указывает на динамичность и неравномерность распределения микроорганизмов. Высокая микробиологическая контаминация зерна негативно влияет на качество продуктов. С целью снижения микробиологической обсемененности, инактивации ферментов, повышения проницаемости протоплазмы клеток и клейстеризации крахмала зерно пшеницы подвергалось бланшированию (кратковременной тепловой обработке).

Бланширование проводилось в открытых варочных котлах в воде, куда погружалось зерно после замачивания в металлических сетках примерно по 3 кг. Окончание процесса бланширования определяли по органолептическим показателям, а именно по количеству треснувших (поврежденных) зерен. С целью определения оптимального режима бланширования проводилось исследование процесса при различных температурах и продолжительности. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 2 – Динамика изменения микробиоты при замачивании зерна

Table 2 – Dynamic changes in microbiota at wheat steeping

Наименование сырья	Время замачивания, ч	КМАФАнМ, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
Сухое зерно (контроль)		$9,8 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$
Подготовленное зерно	12	$4,6 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$
	20	$1,2 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^8$	$3,1 \cdot 10^8$

Таблица 3 – Влияние бланширования на качество зерна

Table 3 – Effect of parboiling on grain quality

Температура, °С	Продолжительность, мин	Коэффициент набухания	Количество поврежденных зерен, %
70–75	10	1,07	0
	20	1,11	0
	30	1,14	1
	40	1,17	3
	50	1,19	6
85–90	10	1,13	0
	20	1,18	2
	30	1,28	4
	40	1,45	9
	50	1,49	14
95–98	10	1,21	1
	20	1,24	2
	30	1,29	5
	40	1,39	8
	50	1,43	14
	60	1,45	21



Рисунок 4 – Зерно пшеницы после бланширования в течение 20 мин при температуре 95–98 °С

Figure 4 – Wheat grain after parboiling during 20 min at 95–98 °С

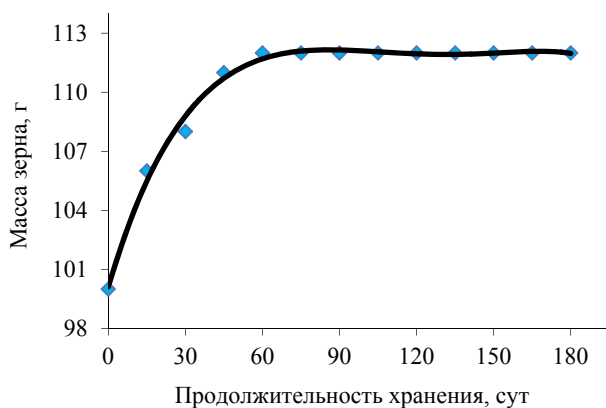


Рисунок 5 – Изменение массы зерна при хранении консервов

Figure 5 – Grain mass changes during preserved food storage

Увеличение температуры до 95–98 °С в процессе бланширования приводит к тому, что наблюдается новый скачок в поглощении воды зерном. Более интенсивно поглощается вода зерном при температуре 95–98 °С в течение 10–20 мин, при более длительном бланшировании (40–60 мин) зерно больше впитывает воду при температуре 85–90 °С. При этом происходят необратимые структурные изменения, а именно разрушается оболочка зерна (рис. 4), также увеличивается масса зерна, и это увеличение не прекращается в течение 60 мин. Увеличение массы зерна влияет на рецептурную закладку зерна в продукт, т. к. за счет увеличения массы и объема зерна норма его расхода уменьшается. Остановить процесс набухания при бланшировании невозможно, поэтому необходимо учитывать это свойство подготовленного зерна при стерилизации готового продукта и его хранения, так как будет происходить поглощение зерном жидкой части продукта. Также бланширование приводит к такому негативному явлению, как растрескивание зерен, что влияет на внешний вид готового продукта. Для сохранения привлекательного внешнего вида готового продукта рекомендуется проводить процесс бланширования при 95–98 °С не более 20 мин.

После бланширования зерно необходимо быстро охладить в целях предупреждения дальнейшего разваривания и растрескивания. Зерно охлаждают орошением холодной питьевой водой, после чего направляют на смешивание с другими ингредиентами рецептуры.

Для установления продолжительности поглощения зерном жидкой части продукта промышленным способом изготавливали модельные образцы консервов: подготовленное бланшированное зерно в количестве 100 г помещали в стеклянную упаковку и заливали раствором соли (3 %) в количестве 100 г, укупоривали крышками и стерилизовали. После стерилизации модельные образцы помещали для хранения в темное помещение при температуре (18 ± 3) °С, относительной влажности воздуха не более 75 % и исследовали изменение массы зерна в течение 6 месяцев. Результаты исследований представлены на рис. 5.

Таким образом, в результате исследований установлено, что в процессе хранения модельных образцов с подготовленным зерном наблюдается процесс поглощения зерном водного раствора соли и увеличения массы зерна. Данный процесс не прекращается в результате выдерживания консервов в течение 15 суток, но стабилизируется по истечении 60 суток. При этом коэффициент набухания зерна составляет $k = 1,12$.

Вывод

Известны способы и изучены процессы замачивания и проращивания зерна многими учеными и практиками. Широкое распространение получило производство продуктов из пророщенного зерна разных культур и семян бобовых. Однако в каждой отрасли имеются свои особенности в переработке зерна. В результате проведенных исследований по подготовке зерна для производства консервов «Вторые обеденные блюда» определены оптимальные параметры процессов предварительной подготовки зерна. Для использования зерна в производстве консервированных продуктов определены физические показатели зерна пшеницы, такие как энергия прорастания (92,0–96,2 %) и способность к прорастанию (92,4–96,0 %). Замачивание зерна в воде в течение 30 ч при температуре (18 ± 3) °С приводит к видимому появлению ростка, изменению консистенции и вкуса зерна. Определен коэффициент набухания при замачивании зерна пшеницы в воде до влажности (44,4 ± 1) %,

который составляет $k = 1,3$. Коэффициент набухания учитывается при расчете норм расхода сырья в производстве консервированной продукции. Установлено, что в процессе замачивания зерна микробная обсемененность значительно увеличивается, и это увеличение наблюдается с увеличением времени замачивания. Проведена оптимизация процесса бланширования подготовленного зерна и установлены следующие технологические параметры бланширования: температура 95–98 °С, продолжительность 20 мин. Исследован процесс поглощения зерном раствора соли после стерилизации в процессе хранения модельных образцов консервов и установлено, что поглощение раствора прекращается после 60 суток хранения, при этом коэффициент набухания зерна составляет 1,12. Данные исследования составляют основу технологии подготовки зерна пшеницы на предприятиях по переработке фруктов и овощей при производстве консервированных продуктов «Вторые обеденные блюда».

Список литературы

1. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review [Электронный ресурс] / R.-Y. Gan [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2017. – Vol. 59. – P. 1–14. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416300966>. – Дата доступа: 11.02.2018. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.010>.
2. Germinated grains – Sources of bioactive compounds [Электронный ресурс] / O. N. Donkor [et al.] // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 135, iss. 3. – P. 950–959. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612008862>. – Дата доступа: 24.04.2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.058>.
3. Бережная, О. В. Повышение микробиологической безопасности пророщенного зерна пшеницы / О. В. Бережная, Г. Г. Дубцов, Л. И. Войно // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 28–29.
4. Бережная, О. В. Пророщенное зерно пшеницы в производстве кулинарной продукции / О. В. Бережная, Г. Г. Дубцов, Л. И. Войно // Товаровед продовольственных товаров. – 2014. – № 7. – С. 57–63.
5. Писарева, Е. В. Исследование и разработка технологии мороженого с пророщенным зерном ржи : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Писарева Елена Владимировна. – Кемерово, 2004. – 20 с.
6. Biochemical changes associated with germinating rice grains and germination improvement [Электронный ресурс] / S. Veluppillai [et al.] // Rice Science. – 2009. – Vol. 16, iss. 3. – P. 240–242. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1672630808600852>. – Дата доступа: 24.04.2017. [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(08\)60085-2](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(08)60085-2).
7. Elmoneim, A. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour [Электронный ресурс] / A. Elmoneim, O. Elkhalfifa, R. Bernhardt // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 121, iss. 2. – P. 387–392. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609014617>. – Дата доступа: 24.04.2017. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.041>.
8. Шнейдер, Д. Макароны изделия из цельносолотового и пророщенного зерна пшеницы / Д. Шнейдер // Хлебопродукты. – 2010. – № 8. – С. 46–47.
9. Леонова, С. Разработка технологии национального крупяного продукта из пророщенного зерна / С. Леонова, А. Нигматьянов, М. Фазылов // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 48–49.
10. Сафронова, Т. Н. Технологии пищевых продуктов с использованием переработанного пророщенного зерна пшеницы / Т. Н. Сафронова, О. М. Евтухова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 4. – С. 49–52.
11. Веретнова, О. Ю. Разработка рецептуры мясных комбинированных фаршей с использованием пророщенного зерна пшеницы / О. Ю. Веретнова, Т. Н. Сафронова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 10. – С. 112–115.
12. Пат. № 2223652 Российская Федерация, МПК А 21 D 13/02. Способ производства хлеба из пророщенного зерна пшеницы / Хоперская О. А. ; заявитель и патентообладатель ЗАО «Скай ЛТД». – № 99118607/13 ; заявл. 02.09.1999 ; опубл. 20.02.2004.
13. Пат. 2428029 Российская Федерация, МПК А 21 D 13/02. Способ получения пророщенного зерна пшеницы / Бибик И. В, Хижняк А. А. ; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный аграрный университет. – № 2010118417/13 ; заявл. 06.05.2010 ; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25. – 2 с.
14. Пат. 10228 Республика Беларусь, МПК А 21 D 13/00, А 23 L 1/185, А 23 L 1/10. Способ производства полуфабриката из пророщенного зерна / О. В. Агеенко [и др.] ; заявитель и патентообладатель Могилевский

государственный университет продовольствия. – № а 20060182 ; заявл. 02.03.2006 ; опубл. 28.02.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 1. – С. 51.

15. Урбанчик, Е. Н. Получение продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна пшеницы и тритикале / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 7. – С. 24–26.

16. Урбанчик, Е. Н. Оптимизация технологических режимов получения продуктов быстрого приготовления на основе пророщенного зерна ржи и гороха / Е. Н. Урбанчик, А. Е. Шалюта, Ю. М. Щудло // Пищевая промышленность. – 2013. – № 7. – С. 26–28.

17. Шаршунов, В. А. Обоснование режимов воздушно-водяного замачивания для технологии оптимального проращивания зерна кукурузы / В. А. Шаршунов, Е. Н. Урбанчик, П. Г. Иванов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2013. – № 1. – С. 106–110.

18. Получение биологически активного зернового продукта на основе смесей пророщенного зерна пшеницы и овса голозерного / В. А. Шаршунов [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 4. – С. 118–125.

19. Пат. 16654 Республика Беларусь, МПК А 23 В 9/24, А 23 L 1/172. Способ производства консервированного продукта из зерна пшеницы / М. Л. Зенькова [и др.] ; заявитель и патентообладатель Могилевский государственный университет продовольствия. – № а 20110439; заявл. 07.04.2011 ; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6. – С. 63.

20. Хосни, Р. К. Зерно и зернопродукты: научные основы и технологии / Р. К. Хосни ; пер. с англ. под общ. ред. Н. П. Черняева. – СПб. : Профессия, 2006. – 336 с.

21. Сафронова, Т. Н. Разработка технологических параметров проращивания зерна пшеницы / Т. Н. Сафронова, В. В. Казина, К. В. Сафронова // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44, № 1. – С. 37–43.

22. Нарцисс, Л. Пивоварение. Т. 1. Технология солодоращения / Л. Нарцисс ; пер. с нем. А. С. Яблоковой ; под общ. ред. Г. А. Ермолаевой, Е. Ф. Шаненко. – СПб. : Профессия, 2007. – 584 с.

23. Effect of germination on the structures and physicochemical properties of starches from brown rice, oat, sorghum, and millet / C. Li [et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. – 2017. – Vol. 105, part 1. – pp. 931–939. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.123>.

References

1. Gan R.-Y., Lui W.-Y., Wu K., et al. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, vol. 59, pp. 1–14. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416300966>. (accessed 11 February 2018). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.010>.

2. Donkor O.N., Stojanovska L., Ginn P., Ashton J., Vasiljevic T. Germinated grains – Sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 2012, vol. 135, iss. 3, pp. 950–959. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612008862>. (accessed 24 April 2017). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.058>.

3. Berezhnaya O.V., Dubtsov G.G., Voyno L.I. Povysheniye mikrobiologicheskoy bezopasnosti prorozhennogo zerna pshenitsy [Improving the microbiological safety of sprouted wheat grains]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Processing Industry], 2013, no. 6, pp. 28–29.

4. Berezhnaya O.V., Dubtsov G.G., Voyno L.I. Proroshchennoye zerno pshenitsy v proizvodstve kulinarnoy produktsii [Sprouted wheat grain in the production of culinary products]. *Tovarovod prodovol'stvennykh tovarov* [Goods Manager of Food Products], 2014, no. 7, pp. 57–63.

5. Pisareva E.V. *Issledovaniye i razrabotka tekhnologii morozhenogo s prorozhchennym zernom rzhi. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk* [Study and development of ice cream production technology with rye grain sprouts. Cand. eng. sci. thesis]. Kemerovo, 2004. 20 p.

6. Veluppillai S., Nithyanantharajah K., Vasantharuba S., Balakumar S., Arasaratnam V. Biochemical changes associated with germinating rice grains and germination improvement. *Rice Science*, 2009, vol. 16, iss. 3, pp. 240–242. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1672630808600852>. (accessed 24 April 2017). [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(08\)60085-2](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(08)60085-2).

7. Elmoneim A., Elkhalfifa O., Bernhardt R. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*, 2010, vol. 121, iss. 2, pp. 387–392. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609014617>. (accessed 24 April 2017). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.041>.

8. Shneyder D. Makaronnyye izdeliya iz tsel'nosmolotogo i prorozhchennogo zerna pshenitsy [Pasta produced from whole grain and wheat grain sprouts]. *Khlebobrodukty* [Bread Products], 2010, no. 8, pp. 46–47.


9. Leonova S., Nigmat'yanov A., Fazylov M. Razrabotka tekhnologii natsional'nogo krupyanogo produkta iz prorozhchennogo zerna [Development of production technology for national cereal product with wheat grain sprouts]. *Khlebobrodukty* [Bread Products], 2010, no. 9, pp. 48–49.

10. Safronova T.N., Yevtukhova O.M. Tekhnologii pishchevykh produktov s ispol'zovaniyem pererabotannogo prorozhchennogo zerna pshenitsy [Food technologies with use of recycled sprouted wheat grain]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2014, no. 4, pp. 49–52.


11. Veretnova O.Y., Safronova T.N. Razrabotka retseptury myasnykh kombinirovannykh farshey s ispol'zovaniyem prorozhchennogo zerna pshenitsy [The development of the combined minced meat formulation with the use of the sprouted wheat grain]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2015, no. 10, pp. 112–115.

12. Khoperskaya O.A. *Sposob proizvodstva khleba iz proroshchennogo zerna pshenitsy* [Production technology of bread with wheat grain sprouts]. Patent RF, no. 2223652, 2004.
13. Bibik I.V., Khizhnyak A.A. *Sposob polucheniya proroshchennogo zerna pshenitsy* [Wheat sprouts production method]. Patent RF, no. 2010118417/13, 2011.
14. Ageenko O.V., et al. *Sposob proizvodstva polufabrikata iz proroshchennogo zerna* [Production technology of semi-finished product with grain sprouts]. Patent BY, no. 10228, 2008.
15. Urbanchik E.N., Shalyuta A.E. Polucheniye produktov bystrogo prigotovleniya na osnove proroshchennogo zerna pshenitsy i tritikale [Getting fast food on the basis of sprouted wheat and triticale]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], 2012, no. 7, pp. 24–26.
16. Urbanchik E.N., Shalyuta A.E., Shchudlo Y.M. Optimizatsiya tekhnologicheskikh rezhimov polucheniya produktov bystrogo prigotovleniya na osnove proroshchennogo zerna rzhi i gorokha [Optimization of technological processes for producing food based on germinated grainrye and peas]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Processing Industry], 2013, no. 7, pp. 26–28.
17. Sharshunov V.A., Urbanchik E.N., Ivanov P.G. Obosnovanie rezhimov vozdušno-vodyanogo zamachivaniya dlya tekhnologii optimal'nogo prorashchivaniya zerna kukuruzy [Rationale the of air-water regimes of soaking for technology optimal germination of maize]. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Izvestiya of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agricultural Sciences], 2013, no. 1, pp. 106–110.
18. Sharshunov V.A., Urbanchik E.N., Shalyuta A.E., Galdova M.N. Poluchenie biologicheskii aktivnogo zernovogo produkta na osnove smesey proroshchennogo zerna pshenitsy i ovsa golozernogo [Obtaining biologically active cereal product based on mixtures of sprouted wheat grain and hullless oat]. *Vesti Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Izvestiya of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agricultural Sciences], 2016, no. 4, pp. 118–125.
19. Zenkova M.L., et al. *Sposob proizvodstva konservirovannogo produkta iz zerna pshenitsy* [Production technology of wheat grain canned product]. Patent BY, no. 16654, 2012.
20. Hosney C.R. Principles of cereal science and technology. 2nd ed. St.Paul, American association of cereal chemists, 1994. 378 p. (Russ. ed.: Chernyaev N.P. *Zerno i zernoprodukty: nauchnye osnovy i tekhnologii*. St.Petersburg, Professiya Publ., 2006. 336 p.).
21. Safronova T.N. Kazina V.V., Safronova K.V. Razrabotka tekhnologicheskikh parametrov prorashchivaniya zerna pshenitsy [Development of technological parameters for wheat grain germination]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2017, vol. 44, no. 1, pp. 37–43.
22. Narziss L. *Abriss der Bierbrauerei*. 7th ed. Weinheim, Wiley-VCH, 2005. 450 p. (Russ. ed.: Yablokova A.S., Ermolaeva G.A., Shanenko E.F. *Pivovarenie. T. 1: Tekhnologiya solodorashcheniya*. St.Petersburg, Professiya Publ., 2007. 584 p.).
23. Li C., Oh S.-G., Lee D.-H., Baik H.-W., Chung H.-J. Effect of germination on the structures and physicochemical properties of starches from brown rice, oat, sorghum, and millet. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, vol. 105, part 1, pp. 931–939. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.123>.


Зенькова Мария Леонидовна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров, УО «Белорусский государственный экономический университет», 220070, Беларусь, г. Минск, Партизанский пр-т, 26, тел.: +375 (17) 2097984, e-mail: mariya_LZ@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3098-981X>


Дарья Александровна Бабич

студент кафедры товароведения продовольственных товаров, УО «Белорусский государственный экономический университет», 220070, Беларусь, г. Минск, Партизанский пр-т, 26
 <https://orcid.org/0000-0001-6466-0583>

Maria L. Zenkova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Merchandise of Foodstuff, Belarus State Economic University, 26, Partizanski Ave., Minsk, 220070, Belarus, phone: +375 (17) 2097984, e-mail: mariya_LZ@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3098-981X>

Daria A. Babich

Student of the Department of Merchandise of Foodstuff, Belarus State Economic University, 26, Partizanski Ave., Minsk, 220070, Belarus
 <https://orcid.org/0000-0001-6466-0583>

