

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-31-39>



<https://www.fsjour.com/jour>

Обзорная статья

# ВОДА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКОЙ

Верхивкер Я. Г.\*, Мирошниченко Е. М., Петькова О. В.

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

водоподготовка, отложенная выпечка, замес теста, дрожжи, замораживание, качество продукта

**АННОТАЦИЯ**

Вода в хлебопекарном производстве используется как растворитель соли, сахара и других видов сырья: для приготовления теста, приготовления жидких дрожжей, заквасок; для теплотехнических целей — производства пара, необходимого для увлажнения воздушной среды в расстойных шкафах и печах, а также идет на хозяйственные нужды мойку сырья, оборудования, помещений. Вода играет важную роль в технологии отложенной выпечки хлебных изделий и используется при замесе с получением оптимально развитого клейковинного каркаса для лучшей формы — и газоудерживающей способности; для получения холодного теста, что является основой для замедления начала процесса брожения, при этом брожение должно быть сведено к минимуму или полностью отсутствовать; количество воды влияет на консистенцию теста для лучшей формоустойчивости во время размораживания. Также низкотемпературный процесс, глубокая заморозка сильно влияет на структурно-механические свойства теста и качество готового продукта. При определенных параметрах замораживания структура внутриклеточной воды дрожжей может привести к снижению их активности, а то и к гибели микроорганизмов. Поэтому, вопросы качества и количества воды на любой технологической операции в хлебобулочном производстве с отложенной выпечкой являются вопросами качества готовых изделий и очень актуальны.

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Review article

# WATER IN BAKERY PRODUCTION TECHNOLOGY PRODUCTS WITH DELAYED BAKERY

Yakov G. Verkhivker, Elena M. Myroshnichenko, Olga V. Petkova

Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

**KEY WORDS:**

water treatment, delayed baking, dough kneading, yeast, freezing, product quality

**ABSTRACT**

In bakery water is used as a solvent for salt, sugar and other raw materials: for dough preparation, preparation of liquid yeast, starter cultures; goes for household needs cleaning of raw materials, equipment, premises, for heat engineering purposes — the production of steam necessary to humidify the air in proofing cabinets and ovens. Water plays an important role in the technology of delayed baking of bread products or in the technology of frozen semi-finished products: it is used during kneading to obtain an optimally developed gluten frame for better form and gas holding capacity; to obtain cold dough, which is the basis for slowing down the onset of the fermentation process, while fermentation should be minimized or completely absent; the amount of water affects the consistency of the dough for better dimensional stability during defrosting. Also, a low-temperature process, deep freezing strongly affects the structural and mechanical properties of the dough and the quality of the finished product; secondly, under certain parameters of freezing, the structure of the intracellular water of yeast can lead to a decrease in their activity, and even to the death of microorganisms. Therefore, the issues of the quality and quantity of water at any technological operation in bakery production with delayed baking are issues of the quality of finished products and therefore are very relevant.

**1. Введение**

В технологии отложенной выпечки используется явление низких температур, чтобы замедлить процесс брожения или полностью его остановить. Технология «шоковой» быстрой заморозки теста перед окончательной выпечкой в течение ограниченного периода времени позволяет не только отложить выпечку, но и позволяет вывести выпечку за пределы предприятия.

Основным принципом технологии отложенного выпекания является очень быстрое охлаждение продукта до температуры ниже минус 3 °С с последующим дальнейшим снижением температуры, при котором вода, содержащаяся

в хлебе, замерзает, а также для ограничения и исчезновения ферментативных, окислительных, микробиологических превращений.

Во время обычной заморозки все молекулы воды превращаются в кристаллы. Чем быстрее процесс замораживания, тем меньшего размера эти кристаллы. Только при микрокристаллизации воды молекулы продукта не разрушаются. Шоковые морозильные камеры, благодаря мощной системе заморозки с воздухом при температуре минус 40 °С, позволяют достигнуть температуры минус 18 °С в сердцевине продуктов менее чем за 240 минут: максимальное время, в течение которого необходимо осуществить процесс шоко-

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Верхивкер, Я.Г., Мирошниченко, Е.М., Петькова, О.В. (2021). Вода в технологии производства хлебобулочных изделий с отложенной выпечкой. *Пищевые системы*, 4(1), 31–39. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-31-39>

FOR CITATION: Verkhivker, Ya.G., Mirishnichenko, E.A., Petkova, O.V. (2021). Water in bakery production technology products with delayed bakery. *Food systems*, 4(1), 31–39. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-31-39>

вой заморозки для получения микро-кристаллизации воды, сохранив, таким образом, неизменные органолептические свойства продукта.

За счет большой скорости замораживания и превращения воды из жидкого состояния в твердое сокращается и период активности бактерий, так как бактерии ведут свою жизнедеятельность только в присутствии воды в жидком виде. Бактерии разных типов имеют неодинаковые температурные пределы жизнедеятельности. При медленной заморозке в продуктах появляются следы жизнедеятельности каждого из типов бактерий, в то время как при шоковой заморозке многие из них просто не успевают развиваться. Тем самым сроки хранения быстрозамороженных продуктов выше, чем продуктов, замороженных в обычных камерах. После размораживания не произойдет потери жидкости, не изменятся консистенция и вкус продукта. Шоковая заморозка дает ряд преимуществ по сравнению с обычным, традиционным способом замораживания продуктов, а именно: уменьшение потерь массы продукта; увеличение сроков хранения; значительная экономия времени.

Благодаря свойствам воды при низких температурах стало возможным разработка технологии производства хлебобулочных изделий с отложенной выпечкой. Вода оказывает большое влияние на качество готового продукта и эффективность процесса заморозки. Необходимо обязательно проводить подготовку и контроль этого компонента по физико-химическим (наличие солей жесткости), микробиологическим показателям, рецептурного количества, параметров воды перед замесом теста. Поэтому вопросы водоподготовки, рецептур хлебобулочных изделий, параметров воды в технологии отложенной выпечки играют важную роль и влияют на качество готовой выпечки [1,2,3,4].

## 2. Основная часть

*Предварительная подготовка воды.* Вода, применяемая при производстве хлебобулочных изделий, должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Согласно этим требованиям вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь постороннего запаха и вкуса, должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические показатели. На каждый вид безопасности и чистоты воды утверждены нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК).

Безопасность воды в эпидемиологическом отношении определяется соответствующими нормативами по микробиологическим и паразитологическим показателям. Согласно требованиям микробиологической чистоты воды общее число микроорганизмов в 1 мл воды не должно превышать 100, а число бактерий группы кишечных палочек в 1 л воды — не более 3. Число образующих колонии бактерий в 1 мл (при определении общего микробного числа) не должно превышать 50 [5].

Существенное значение при производстве хлебных изделий отложенной выпечки имеет такой физико-химический показатель, как жесткость воды. Воду для замеса необходимо брать чистую, имеется в виду не сильно насыщенную минеральными солями или коагулянтами. Возможно, использование простой водопроводной воды, если только она излишне не фторирована и не хлорирована.

Жесткость воды характеризуется содержанием в ней растворимых солей кальция и магния. Величине жесткости воды 1 моль/м<sup>3</sup> соответствует массовая концентрация эквивалентов ионов кальция 20,04 г/м<sup>3</sup> и ионов магния

12,153 г/м<sup>3</sup>. Различают следующие виды жесткости воды: общая, карбонатная, некарбонатная, устранимая и неустраиваемая.

Например, общая жесткость воды выражается суммой молярных концентраций эквивалентов ионов кальция (1/2Ca<sup>2+</sup>) и магния (1/2Mg<sup>2+</sup>) в воде.

Величина общей жесткости питьевой воды не должна превышать 7 моль/м<sup>3</sup>.

Жесткость воды для хлебопекарного производства не является недостатком, так как умеренно жесткая вода благоприятно влияет на реологические свойства теста, улучшая его консистенцию. Чрезмерно жесткая вода замедляет процесс спиртового брожения, при использовании мягкой воды тесто приобретает свойства невыброженного полуфабриката. В то же время мягкая вода оказывает расслабляющее действие на свойства теста и соответственно клейковины, а также снижает интенсивность брожения.

Жесткая вода улучшает реологические свойства клейковины и теста из слабой муки. В случае применения хлорированной воды важно знать содержание в воде остаточного хлора, обладающего окислительным действием и поэтому также укрепляющего слабую клейковину.

Типичная технология подготовки воды может состоять из следующих этапов: предварительная фильтрация с использованием механического оборудования, обезжелезивание, к которому может быть добавлена деманганация, удаление солевых примесей, повышающих жесткость, обработка ультрафиолетом.

Структурная схема системы очищения воды зависит от ее источника (подземного или поверхностного, центральное водоснабжение), а также от результатов ее исследования. После изучения указанных характеристик определяется совокупность технологий, которые будут применяться в конкретном случае.

Основные задания, которые предстоит решить при подготовке воды к выпечке кондитерской и хлебобулочной продукции, а также меры по приведению этого сырья должны состоять из:

- оптимизации органолептических показателей: осветление, устранение мутности и запаха, снижение цветовой интенсивности;
  - регулировании минерального состава: минерализация воды, частичная или полная;
  - уменьшение жесткости и щелочности;
  - снижение концентрации содержания в воде марганца и железа;
  - уничтожение бактерий и микробов;
  - очищение от органических добавок и коррекция окисляемости перманганатом;
  - выведение солевых соединений тяжелых металлов;
  - удаление радона и других химических элементов, обладающих радиационной активностью;
  - приведение уровня кислотно-щелочного баланса в норму.
- Для обработки воды должны применяться следующие технологии:
- воздействие на воду гипохлоритом кальция и натрия;
  - деманганация и обезжелезивание методом использования каталитических наполнителей;
  - сорбция;
  - осветление;
  - смягчение катионизированным натрием;
  - озонирование;
  - использование ультрафильтрации;
  - деминерализация, смягчение методом обратного осмоса;
  - обогащение воды кислородом (напорное и безнапорное);
  - обработка ультрафиолетом с целью ее обеззараживания [5].

*Использование воды в технологии производства хлебобулочных изделий.*

Роль и свойства воды важны на всех стадиях технологического процесса, определяя свойства полуфабрикатов, степень интенсивности комплекса процессов их созревания. Образование из муки и воды теста является процессом пластификации сухих, твердых гидрофильных химических соединений зерна, в котором вода выступает веществом, «расклинивающим», ослабляющим и разрушающим внутренние связи между молекулами и агрегатами с последующей заменой их водородными связями.

Влагу коллоидных капиллярно-пористых тел, к которым относится мука, тесто и хлеб в зависимости от величины энергии связи можно разделить на четыре вида: химически связанная, адсорбционно-связанная, капиллярно-связанная и осмотически удерживаемая.

Процесс набухания муки проходит под действием осмотического поглощения влаги, при наличии внутри коллоидной частицы водорастворимых веществ. Разность концентраций на границе дисперсных фаз создает разность осмотического давления, под воздействием которого влага проникает внутрь коллоидной частицы. Поглощение влаги таким путем называется сорбцией или набуханием. Поглощение влаги набухания происходит без выделения тепла и концентрации, но вызывает увеличение объема и изменяет давление набухания. Помимо адсорбционно и осмотически поглощенной влаги в коллоидных капиллярно-пористых материалах может находиться капиллярная влага, удерживаемая силами макро- и микрокапилляров. Вода, удерживаемая этими силами, обладает незначительной энергией связи с материалом, обусловливаемой силами поверхностного натяжения. Этот вид воды называется свободной влагой. В гидролитических процессах, протекающих в тесте и хлебе, участвует вода, способная вступать в химические реакции, то есть свободная.

В пшеничном тесте нормальной консистенции содержится около 0,19 г связанной воды на 1 г с. в., что соответствует 35% массы воды, находящейся в тесте. Свободная вода появляется при влажности водно-мучной смеси 24%, увеличение влажности до 59,5% не приводит к увеличению содержания связанной в нем воды. В тесте из пшеничной муки около 65% воды находится в свободном состоянии и участвует в биохимических реакциях [6,7].

*Вода является одним из основных ингредиентов теста.* Соотношение воды и муки оказывает существенное влияние на основные свойства теста (вязкость, пластичность, растяжимость, упругость и т. д.) и, в конечном итоге, на качество хлеба.

Водопоглощительная способность муки (ВПС) является важнейшим показателем, от которого зависят свойства теста, ход технологического процесса, качество хлеба, выход готовой продукции, технико-экономические показатели производства.

Водопоглощительную способность муки определяют отношением количества воды, поглощаемой мукой с учетом ее расчетной влажности при условии получения теста требуемой консистенции (500 единиц фаринографа) и этот показатель зависит от количества поглощаемой воды отдельными компонентами. Чем суше мука, тем больше воды она может поглотить при замесе. Поэтому нормы выхода хлеба устанавливаются на муку с определенной «базисной» влажностью (14,5%) и соответственно корректируются при выработке хлеба из муки с меньшей или большей влажностью.

Количество воды в пшеничном тесте зависит от ряда условий:

— вид изделий в значительной мере определяет количество воды в тесте. Для каждого вида хлебных изделий

стандартом установлена предельно допустимая влажность мякиша или целого изделия. Норма предельно допустимой влажности данного изделия определяет и максимальную влажность теста, а в связи с этим (с учетом рецептуры теста и влажности муки) и количество воды, добавляемое на 100 кг муки. Наименьшую влажность имеет тесто для бараночных изделий, наибольшую — для формового хлеба из обойной муки; выход муки также влияет на количество воды в тесте. Чем выше выход муки, тем больше воды может содержаться в тесте. Обусловлено это тем, что частицы оболочек зерна, содержащиеся в муке высоких выходов, обладают способностью связывать воду в большем количестве, чем частицы эндосперма [8,9].

*Количество сахара и жира*, добавляемых в тесто по рецептуре, существенно влияет на количество воды, которое следует добавлять при замесе теста. Чем больше в тесте сахара и жиров, тем соответственно меньше требуется воды. При добавлении в тесто сахара, содержащего всего лишь десятые доли процента влаги, и, следовательно, более «сухого» чем мука, тесто все же как бы разжижается и в результате этого снижается количество воды, которое нужно было бы добавить для получения теста нормальной консистенции. Дегидратирующее действие сахароз приводит к разжижению теста вследствие того, что количество воды, осмотически связанной белками в тесте, при добавлении сахаров уменьшается, поэтому содержание жидкой фазы теста увеличивается и тесто становится более «жидким». Внесение в тесто жира также несколько разжижает его. Поэтому при внесении в тесто значительных количеств сахара и жиров приходится соответственно сокращать количество воды, добавляемой при замесе. Если в рецептуру теста входит молоко, содержащее около 88% воды, или яйца, количество воды в тесте также приходится соответственно сокращать.

*Сила муки* обуславливает реологические свойства теста из нее. Поэтому чем сильнее пшеничная мука, тем относительно выше количество воды, которое следовало бы вносить в тесто для получения хлеба с наибольшим объемом и лучшей пористостью.

При переработке слабой муки свойства теста в период брожения сильно ухудшаются. Тесто разжижается и становится липким, что затрудняет или даже делает практически невозможным прохождение кусков теста через округлительные и закаточные машины. При расстойке тестовые заготовки очень быстро и сильно расплываются.

В связи с этим количество воды, вносимой в тесто из слабой муки, приходится снижать, и тесто готовят с влажностью, часто даже меньшей, чем это допустимо с точки зрения норм влажности мякиша данного сорта изделий. Это, естественно, влечет за собой снижение выхода изделий и ухудшение экономических показателей их производства [10].

На количество воды в тесте влияют также способы приготовления теста, технологические режимы, применение улучшителей и другие факторы.

Так, применение интенсивного замеса или усиленной механической обработки теста повышает водопоглощительную способность муки вследствие, вероятно, перераспределения воды между белковыми веществами и крахмалом. При использовании заварок повышается водопоглощительная способность теста в связи с увеличением связывания воды клейстеризованным крахмалом.

Пищевые добавки-улучшители влияют на реологические свойства теста. При интенсификации окислительных процессов в тесте в результате действия определенных улучшителей водопоглощительная способность теста повышается [11,12].

Внесение воды в тесто имеет важное значение для процессов, происходящих на всех стадиях приготовления хлеба. При участии воды осуществляется сложный комплекс биохимических реакций.

От количества воды зависят процессы жизнедеятельности дрожжей и других микроорганизмов, скорость их размножения, интенсивность спиртового и молочнокислого брожения. Вода с pH выше 8 из-за большего содержания в ней щелочных солей нейтрализует кислоты, образующиеся при брожении, и негативно влияет на жизнедеятельность дрожжей. [13].

Учитывая важную технологическую роль влажности полуфабрикатов, воду включают в комплекс контролируемых показателей их качества, потому что влажность теста фактически предопределяет влажность мякиша хлеба, регламентируемую стандартом.

Выпечка — это постепенный прогрев расстойшихся тестовых заготовок при радиационно-конвективном подводе теплоты. В печи их объем увеличивается до постоянного — на поверхности образуется прочная корочка. Ее окраска и толщина во время выпечки постоянно меняются. Происходит упрочнение мякиша и образование структуры, характерной для готового хлебобулочного изделия. Распространение теплоты идет от корки к внутренним слоям теста.

Процесс выпечки может быть разбит на три этапа: I — увлажнение, II — основная выпечка, III — допекание. Они характеризуются температурой и относительной влажностью среды пекарной камеры соответственно:  $t = 100\text{--}120\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $w = 60\text{--}70\%$ ,  $t = 200\text{--}260\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $w = 0\%$ ,  $t = 160\text{--}180\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $w = 0\%$ . Тестовые заготовки, поступая в пекарную камеру, попадают в увлажненную зону, влагообмен в этой зоне происходит в силу того, что температура тестовых заготовок  $29\text{--}30\text{ }^\circ\text{C}$  (ниже точки росы), поэтому влага конденсируется на поверхности и частично поглощается тестовыми заготовками, масса которых при этом увеличивается, примерно, на 1%.

Этот процесс имеет большое технологическое значение. Если влаги в первой зоне пекарной камеры мало, то интенсивно образуется корка, а объем тестовых заготовок продолжает расти. При этом на поверхности образуются подрывы. Иногда бесконтрольно увеличивают объем пара, подаваемого в первую зону печи. При этом корка получается тонкой и при хранении морщится и ломается.

Увлажнение тестовых заготовок должно происходить максимум 5 мин., причем каждому виду изделий соответствует своя степень увлажнения. Сорбция влаги тестовыми заготовками зависит от температуры и степени увлажнения пекарной камеры, свойств тестовых заготовок и т. д.

После прогрева тестовых заготовок до  $100\text{ }^\circ\text{C}$  происходит постепенное испарение влаги с поверхности до тех пор, пока влажность корки не будет равна 0. Корка имеет низкую влаго- и теплопроводность, следовательно, необходимо повышать температуру, когда тестовые заготовки поступают во II зону выпечки.

Во II зоне выпечки температура пекарной камеры повышается от  $100\text{ }^\circ\text{C}$  до  $200\text{--}260\text{ }^\circ\text{C}$ , корка стабилизируется, прогрев идет от поверхности к центру. Когда влажность корки станет равной 0, нарушается равновесие между наружными и внутренними слоями. За счет диффузии влага начинает мигрировать от центра к периферийным слоям.

Но низкая влаго- и теплопроводность корки оказывает сопротивление этому перемещению. В это время от периферии к центру влага будет перемещаться под напором температурного градиента (явление термовлагопроводности). Так как разность температур значительна, перемещение влаги к центру происходит интенсивнее. Поэтому в центральной части хлеба влажность на 2–3% больше начальной. Во II зоне

перенос массы влаги термовлагопроводностью больше, чем за счет диффузии. После образования корки испарение перемещается в подкорковое пространство и медленно углубляется к центру.

В отличие от II зоны, III зона характеризуется более низкой температурой. Перемещение влаги за счет диффузии и термовлагопроводности выравнивается, подкорковый слой имеет температуру до  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , а центр хлеба  $98\text{--}99\text{ }^\circ\text{C}$ .

Гидролиз части крахмала и белков под действием амилотических и протеолитических ферментов увеличивается. Декстрины, образовавшиеся при гидролизе крахмала на поверхности тестовых заготовок, растворяются в конденсате, способствуя образованию глянца корки. Когда температура корки достигает  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , начинают развиваться окислительно-восстановительные реакции между сахарами, кислотами и белками. В результате интенсивно протекает реакция меланоидинообразования, придающая корке окраску, аромат и вкус.

При приготовлении теста белки интенсивно поглощают влагу, примерно в 2 раза больше собственной массы. После посадки тестовых заготовок в печь при достижении  $45\text{--}50\text{ }^\circ\text{C}$  белки начинают денатурироваться, при этом выделяется влага. Денатурация белков прекращается при  $60\text{--}65\text{ }^\circ\text{C}$ . Крахмал поглощает теряемую белками влагу, за счет чего набухает и при  $68\text{--}72\text{ }^\circ\text{C}$  клейстеризуется. Но для полной клейстеризации не хватает воды, которой нужно в 2–3 раза больше, чем есть в тесте. Такая ограниченная клейстеризация крахмала протекает до конца выпечки.

Денатурация белков и клейстеризация крахмала приводит к образованию мякиша хлеба. После посадки тестовых заготовок в печь их объем быстро увеличивается примерно на 10–30%, чему способствует эластичность корки. Роль корки заключается в том, что она служит препятствием для удаления  $\text{CO}_2$  и проникновения микроорганизмов при хранении [14,15,16].

Одним из основных показателей, по которому потребитель оценивает качество хлеба — является степень его свежести или черствости, сжимаемость мякиша.

Черствение хлеба определяют по изменениям структурно-механических свойств мякиша и корки, которая теряет твердость и блеск, принимая влагу из мякиша и окружающего воздуха. Как видим, здесь большую роль тоже играет вода. Клейстеризованный в процессе выпечки крахмал с течением времени выделяет поглощенную им влагу и переходит в прежнее состояние, характерное для крахмала муки. Крахмальные зерна при этом уплотняются и значительно уменьшаются в объеме, между ними образуются воздушные прослойки. Поэтому черствеющий мякиш становится крошковатым. Свободная влага, выделенная крахмалом, при черствении изделия впитывается белками и частично испаряется, а также остается в образовавшихся воздушных прослойках. Клейковина в процессе черствения хлеба не является инертной: она прочнее, чем крахмал, связывает влагу, а следовательно, и труднее выделяет ее. Процессу черствения хлеба сопутствуют изменения в белковой части мякиша, приводящие к уплотнению его структуры и снижению гидратационной способности. Однако эти изменения происходят в 4–6 раз медленнее по сравнению со скоростью старения крахмала, которого в 5–7 раз больше, чем белка. Поэтому можно считать, что в процессе черствения хлеба основную роль играют изменения крахмала мякиша.

Хлебобулочные изделия относятся к традиционным и важнейшим продуктам питания человека. Современное общество предъявляет определенные требования к ассортименту и качеству хлебобулочных изделий. Особым спросом пользуются продукты питания, имеющие профилактиче-

скую направленность. К ним можно отнести хлебобулочные изделия с использованием различных растительных добавок, плодовоовощных начинок, содержащих широкий спектр углеводов, азотистых веществ, глюкозидов, витаминов, минеральных солей, органических кислот, дубильных и ароматических веществ. Важен также способ переработки и хранения полученных полуфабрикатов. Одной из перспективных технологий в хлебопекарной промышленности является технология приготовления хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов. Замороженные хлебобулочные изделия представляют собой продукты, предварительно замороженные до температуры, составляющей минус 18 °С. Они могут быть в сыром виде, а могут быть частично приготовленными. Важен интенсивный замес теста, температура которого должна быть 16–20 °С. Для этого используют ледяную воду и сухой лед. Брожение теста после замеса должно быть сведено к минимуму. Дрожжи используются свежие. Вносятся они за 3–5 минут до окончания замеса и очень активно перемешивают для равномерного распределения. Количество дрожжей увеличено, по сравнению с традиционным замесом. Для хлебобулочных это 5–7%, для сдобных 7–10%. Норма закладки дрожжей зависит от продолжительности хранения замороженных тестовых полуфабрикатов. Количество соли также увеличивается до 2% к массе муки. Соль замедляет окисление в начале замеса, замедляет брожение, удерживает воду и способствует получению тонкой корочки [17].

Глубокая заморозка — это основная стадия в технологии изготовления замороженных тестовых полуфабрикатов. Для процесса замораживания используют камеры «шоковой» заморозки различного типа в зависимости от объема производства: тупиковые, тоннельные или спиральные. Важно, чтобы были соблюдены все необходимые параметры, обеспечивающие качество конечного продукта. Наличие циркуляции воздуха в шоковой камере в совокупности с оптимально низкой температурой обеспечивают необходимую кинетику промерзания тестовой заготовки. Продолжительность замораживания тестовых полуфабрикатов должна обеспечивать температуру в центре минус 12–18 °С. Также процесс будет зависеть и от самого полуфабриката (форма и размер). Чем больше удельная поверхность заготовки, тем равномернее идет замораживание (рекомендуется изготавливать батонообразные или плоские заготовки массой не более 300 г). Скорость промерзания зависит и от рецептуры изделия. Наличие сахара снижает температуру кристаллизации воды, то есть переход ее из жидкого состояния в твердое произойдет гораздо позже по сравнению с тестовой заготовкой из простого теста.

Во время обычной заморозки все молекулы воды превращаются в кристаллы. Чем быстрее процесс замораживания, тем меньшего размера эти кристаллы. Только при микрокристаллизации воды молекулы продукта не разрушаются. Шоковые морозильные камеры, благодаря мощной системе заморозки с воздухом при температуре минус 40 °С, позволяют достигнуть температуры минус 18 °С в центре продуктов менее чем за 240 минут: максимальное время, в течение которого необходимо осуществить процесс шоковой заморозки для получения микрокристаллизации, сохранив таким образом неизменные органолептические свойства продукта. За счет большой скорости замораживания сокращается и период активности бактерий. Бактерии разных типов имеют неодинаковые температурные пределы жизнедеятельности. При медленной заморозке в продуктах появляются следы жизнедеятельности каждого из типов бактерий, в то время как при шоковой заморозке многие из них просто не успевают развиваться. Тем самым сроки хране-

ния быстрозамороженных продуктов выше, чем продуктов, замороженных в обычных камерах. После размораживания не произойдет потери жидкости, не изменятся консистенция и вкус продукта. Шоковая заморозка дает ряд преимуществ по сравнению с обычным, традиционным способом замораживания продуктов, а именно: уменьшение потерь массы продукта; увеличение сроков хранения; значительная экономия времени.

Для хлебобулочных изделий (хлеб ржаных, пшеничных, смешанной валки, мелкоштучных булочных и сдобных, пончиков, дрожжевых и бездрожжевых слоеных, пицц и т. д.) могут быть использованы следующие варианты отложенных и шоковых технологий:

- тестовые заготовки замедленной расстойки;
  - тестовые заготовки, замороженные после деления;
  - тестовые заготовки, замороженные после формования;
  - тестовые заготовки частично-расстойные;
  - расстойные замороженные тестовые полуфабрикаты;
  - частично выпеченные тестовые полуфабрикаты;
  - выпеченные изделия.
- Для мучных кондитерских изделий (пирогов, кексов, бисквитов, тортов и т. д.):
- выпеченные полуфабрикаты для тортов, пирожных, кексов;
  - выпеченные и декорированные изделия (помадами, кремами, фруктами и т. д.).

Самый простой и доступный способ — это технология замедленной расстойки.

Для технологии производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов важное место занимают вопросы состояния воды в замороженных продуктах, поскольку метод замораживания во всем мире является основным для длительного хранения пищи [18, 19, 20].

В технологии хлебопекарного производства широко используют замораживание с целью замедления или прерывания брожения теста и для сохранения готовой продукции. В настоящее время практикуют использование замораживания на различных стадиях технологического процесса: после замеса, на различных этапах расстойки и выпечки полуфабрикатов.

Основная проблема в криогенных технологиях хлебопечения — это ухудшение качества готовых изделий, в частности, уменьшение удельного объема и формоустойчивости, а также отделение корки от мякиша, ее ломкость и хрупкость. Замораживание полуфабрикатов хлебопекарного производства — это сложный процесс, приводящий к изменению их микробиологических, реологических (структурно-механических) и теплофизических свойств. Для оптимизации процесса производства хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов необходимы исследования комплекса процессов, происходящих на стадиях замораживания, хранения, дефростации, расстойки и выпечки. Особенно подвержены глубоким изменениям клейковинные белки, ферменты муки, клетки дрожжей и молочнокислых бактерий. Крахмал отличается резистентностью к низкотемпературной обработке, однако его разрушение происходит при замерзании воды, находящейся в крахмале. Изменения структурно-механических свойств теста происходит в результате рекристаллизации льда, вызывающей ослабление трехмерной белковой структуры, ответственной за газоудерживание в тесте. Отрицательное действие замораживания на структурно-механические свойства теста и качество готовых изделий связано, в основном, с повреждением белковой матрицы кристаллами льда, а также с другими факторами.

Лед, образующийся в тесте при замораживании, представляет собой вязкопластичную упругую среду со скачко-

образными изменениями физико-механических свойств на межфазовых границах. Пластолед имеет неоднородную макроструктуру: большие кристаллы льда с включениями вещества продукта образуют отдельные зерна, между которыми остаются локальные зоны растворов различных солей, такие же зоны имеются внутри ледяных зерен. Следует учитывать, что при замораживании и последующем хранении тесто под влиянием различных процессов претерпевает изменения. Поэтому исходные свойства продуктов при размораживании восстанавливаются не полностью. Воздействие процессов замораживания и размораживания на качество продуктов в размороженном состоянии исследователи объясняют с позиций теории кристаллизации воды. Скорость замораживания является решающим фактором, влияющим на количество, размеры и равномерность распределения кристаллов льда в тесте. От размеров кристаллов зависит степень сохранения целостности естественной структуры теста. Степень разрушения структурных элементов теста зависит также от глубины автолитических процессов в момент замораживания. Кроме того, в процессе хранения происходят увеличение кристаллов льда, дальнейшее углубление автолитических процессов, явление «старения» белковых коллоидных систем и мембран клеток дрожжей, что отрицательно влияет на конечный продукт. Изменения коллоидной структуры теста, вызываемые перераспределением воды и увеличением концентрации жидкой фазы при замораживании, отражаются на величине влагосвязывающей способности после их размораживания. Они тем больше, чем выше скорость и ниже температура замораживания. Основными причинами, вызывающими образование воды в процессе замораживания-размораживания, являются: денатурация белков в результате отделения воды от белковой субстанции; рост концентрации минеральных веществ в растворах, содержащихся внутри и вне волокон и т. д. Степень воздействия указанных факторов определяется скоростью кристаллообразования и глубиной фазового превращения воды. Для того чтобы восстановилось содержание влаги в тесте, влага должна сначала пройти фазовое превращение (лед–вода), а затем проникнуть и восстановиться в тех белковых субстанциях и коллоидных системах, из которых она диффундировала в межклеточное пространство при замораживании и хранении с помощью диффузионно-осмотических сил. Способность белковых субстанций и коллоидных систем поглощать и связывать эту влагу определяется их биологической активностью, которая зависит от режимов холодильной обработки продуктов, включая и размораживание [21,22,23,24]. В технологиях с отложенной выпечкой для хлебобулочных изделий можно использовать в качестве начинки различные плодоовощные полуфабрикаты в виде пюре концентрированного, смеси кусочков плодов и овощей с пюре. Такие начинки можно хранить отдельно от тестовых заготовок и вместе с ними.

В случае отдельного хранения начинки — полуфабрикаты консервируют асептическим способом.

При асептическом консервировании продукт кратковременно стерилизуют в тонком слое «в потоке» при повышенной температуре, быстро охлаждают и фасуют в стерильных условиях в предварительно стерилизованную тару с укупоркой в асептических условиях [25,26,27].

Стерилизация «в потоке» при асептическом фасовании позволяет значительно упростить процесс нагревания и быстро охладить продукт, что особенно важно для пюре, имеющего высокую вязкость и густую консистенцию. Основными параметрами, характеризующими процесс стерилизации, являются температура, до которой нужно нагреть стери-

зуемый продукт, и время выдержки, в течение которого продукт подвергается нагреву. Температура стерилизации зависит от величины pH и от кислотности стерилизуемого продукта. Чем выше кислотность продукта, тем меньше значение активной кислотности (pH) и тем ниже может быть температура стерилизации, так как микроорганизмы очень чувствительны к величине активной кислотности среды. В кислых продуктах многие патогенные микроорганизмы не могут развиваться [28,29,30,31].

Низкокислотные жидкие продукты питания больше подвержены воздействию микроорганизмов и патогенных бактерий, чем высококислотные продукты (например, фруктовые соки). Асептическая технология позволяет не менее шести месяцев сохранять продукты питания безопасными и свежими без охлаждения или добавления консервантов. Продукты питания лучше сохраняют цвет, текстуру, вкус и пищевую ценность.

Наряду с сохранением исходных свойств продукта и значительным сокращением продолжительности обработки асептическое консервирование имеет ряд достоинств:

- обеспечение одинакового качества консервируемого продукта при неизменном режиме стерилизации независимо от размеров и формы тары, так как передача теплоты через слой продукта разной толщины исключена;
- увеличение без ущерба для качества сроков хранения консервированных продуктов, так как в результате кратковременной стерилизации достигается их полная стерильность и более точный контроль стерилизации, так как регулируемая величина — температура стерилизуемого продукта, а не теплоносителя (как в автоклавах);
- значительная экономия средств за счет непрерывности и кратковременности стерилизации, охлаждения, автоматизации производственного процесса, значительного сокращения расхода пара, воды, электроэнергии и производственных площадей на единицу продукции и более высокий коэффициент безопасности обслуживания оборудования технологических линий [32,33,34].

Плодоовощные полуфабрикаты содержат до 90% воды, в связи с этим, при замораживании их в свежем состоянии возникают такие же вопросы, что и при замораживании теста [35,36,37,38].

При использовании плодоовощных полуфабрикатов в свежем состоянии без тепловой обработки, как в случае с применением асептического консервирования, появляется возможность заполнять начинкой подготовленные для выпечки изделия и замораживать тестовые полуфабрикаты уже в готовом для выпекания виде. Такой способ производства, позволяет с одной стороны, значительно экономить энергетические затраты, так как не требует тепловой обработки начинки как в случае использования асептического метода, а с другой стороны требует дополнительного расхода энергии на охлаждение возросшего, за счет начинки, количества продукции, подготовленной для отложенного выпекания.

### 3. Выводы

Таким образом, вода и ее качественные показатели в технологии производства хлебобулочных изделий с отложенной выпечкой оказывает большое влияние на качество готовой продукции — это вопросы состояния воды в замороженных продуктах; органолептические, физико-химические, микробиологические показатели, жесткость воды, ее технологические параметры и рецептурное количество.

Технология шоковой заморозки обеспечивает сохранность качества свежего продукта и делает это лучше других

способов заготовки и хранения. Благодаря большому сроку хранения продуктов становится возможным лучше планировать производство и готовить заранее большое количество готовых продуктов и полуфабрикатов, избегая необходимости повторять приготовление каждый день.

В зависимости от вида хлебобулочных изделий и особенностей производства готовой продукции отложенного выпекания, может использоваться плодовоовощная начинка асептического хранения либо свежая, подвергнутая процессу глубокой заморозки.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ureta, M. M., Diascorn, Y., Cambert, M., Flick, D., Salvadori, V. O., & Lucas, T. (2019). Water transport during bread baking: Impact of the baking temperature and the baking time. *Food Science and Technology International*, 25(3), 187–197. <https://doi.org/10.1177/1082013218814144>
2. Кенийз, Н.В. (2014). Влияние технологических параметров на производство хлебобулочных полуфабрикатов. *Молодой ученый*, 10, 150–153.
3. Лабутина, Н.В. (2004). Технология производства хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов. Смоленск: Универсум. — 236 с.
4. Ким, Л. В. Основы замораживания, хранения и размораживания хлебобулочных изделий. Воронеж: Воронежский Государственный Университет. — 243 с.
5. Мазур, П.Я. (2001). Вода в технологии приготовления хлеба. Воронеж: Воронежский Государственный Технический Университет. — 210 с.
6. Кенийз Н. В. (2014). Определение содержание свободной и связанной влаги в тесте с добавлением криопротекторов. *Молодой ученый*, 4, 187–189.
7. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. (2014). Изучение состояния влаги в тесте с криопротекторами, методом ядерно-магнитного резонанса. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского Государственного Аграрного Университета*, 98, 416–428.
8. Ермош, Л.Г., Березовикова, И.П. (2012). Технология хлебобулочных изделий из замороженных полуфабрикатов с использованием муки из топинамбура. *Техника и технология пищевых производств*, 4(27), 11–17.
9. Zhou, Y.-G., Li, D., Wang, L. -J., Li, Y., Yang, B. -N., Bhandari, B. at al. (2009). Effect of water content on thermal behaviors of common buckwheat flour and starch. *Journal of Food Engineering*, 93(2), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.021>
10. Кенийз, Н. В. Сокол, Н.В. (2014). Влияние различных криопротекторов на реологию теста для полуфабрикатов. *Молодой ученый*, 10, 147–150.
11. Корчагин, В.И., Дерканосова, Н.М., Сербулов, Ю.С. (1999). Разработка подхода к выбору полифункциональных добавок в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 8, 27–29.
12. Китаевская, С. В., Решетник, О. А. (2013). Применение ферментных препаратов в технологии хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов. *Вестник Казанского технологического университета*, 16(24), 91–94.
13. Китаевская, С.В., Решетник, О. А. (2006). Биотехнологические основы использования криорезистентных микроорганизмов в хлебопечении. Казань: Казанский Государственный Технологический Университет. — 268 с.
14. Дмитриева, Ю.В., Андреев, А.Н. (2016). Влияние различных технологий отложенной выпечки и улучшителей на качество круассанов. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*, 3, 39–47.
15. Thania, N.M., Kamala, M.M., Sulaimana, A., Taipa, F.S., Omarb, R. (2020). Consumers' delayed consumption of bakery products: Effect on physical and chemical properties. *Journal of Agricultural and Food Engineering*, 1(2), 1–6. <http://doi.org/10.37865/jafe.2020.0013>
16. Богер, В.Ю., Романов, А.С., Мартыненко, Н.С. (2012). Технология производства мелкоштучных булочных изделий на основе частично выпеченных полуфабрикатов. *Техника и технология пищевых производств*, 1, 14–19.
17. Hozová, V., Turicová, R., Lenkeyová, I. (2002). Microbiological and sensory quality of stored croissant-type bakery products depending on external (sorbic acid) and internal (dough, aw value) conditions. *Nahrung — Food*, 46(3), 144–150. [http://doi.org/10.1002/1521-3803\(20020501\)46:3<144::AID-FOOD144>3.0.CO;2-X](http://doi.org/10.1002/1521-3803(20020501)46:3<144::AID-FOOD144>3.0.CO;2-X)
18. Данилова, И. А. (2014). Виды замораживания хлебобулочных полуфабрикатов. *Молодой ученый*, 18, 233–235.
19. Катусов, Д.Н., Шалыгина, Л.С. (2017). Производство замороженного хлеба. *Инновационная наука*, № 03–2, 35–37.
20. Mikulec, A., Kowalski, S., Lukasiewicz, M. (2018). The impact of post-frozen bread baking technology on the quality properties of kaiser rolls

- and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Process Engineering*, 41(1), Article e12628. <http://doi.org/10.1111/jfpe.12628>
21. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. (2011). Влияние дефростации в технологии хлеба из замороженных полуфабрикатов на качество готового продукта. *Вестник НГИЭИ*, 2(2(3)), 92–101.
22. Лукина, О.В., Лукина, Д.В. (2013). Основы процесса дефростации и оценка качества размороженного полуфабриката и готовых хлебобулочных изделий. *Вестник Курганской ГСХА*, 4(8), 80–82.
23. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. (2014). Технология замороженных полуфабрикатов с применением криопротекторов. Саарбрюккен: Palmarium Academic Publishing. — 129 с.
24. Кенийз, Н.В., Сокол, Н.В. (2014). Процесс замораживания хлебобулочных полуфабрикатов с добавлением криопротекторов и его влияние на структуру замороженных полуфабрикатов. *Молодой ученый*, 5, 67–70.
25. Наринянц, Г.Р., Пацок, Л.К., Костромина, Н.И., Лукашевич, О.Н. (2005). Технология асептического консервирования фруктовых полуфабрикатов для детского питания. *Пищевая промышленность*, 3, 20–21.
26. Егорова, З.Е., Стигайло, И.Н., Зеленкова, Е.Н., Шачек, Т.М., Патей, Е.С. (2012, 24–25 мая). Соки с мякотью для детского питания на основе морковного сока прямого отжима асептического консервирования. Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья: фундаментальные и прикладные аспекты». Краснодар. 107–110.
27. Toledo, R. T., Singh R. K., Kong F. (2018). Aseptic Processing. Chapter in a bok: *Fundamentals of Food Process Engineering*. University of Georgia, 245–276. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8\\_9](http://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8_9)
28. Pflug, I. J., Berry, M. R., Dignan, D. M. (1990). Establishing the heat-preservation process for aseptically-packaged low-acid food containing large particulates, sterilized in a continuous heat-hold-cool system. *Journal of Food Protection*, 53(4), 312–320 and 328. <http://doi.org/10.4315/0362-028x-53.4.312>
29. Ramos, M. M. V., Wurlitzer, N. J., Machado, T. F., Sucupira, N. R., Modesto, A. L. G. (2015). Validation of an aseptic packaging system of liquid foods processed by uht sterilization. *Chemical Engineering Transactions*, 44, 331–336. <http://doi.org/10.3303/CET1544056>
30. Ashwachi, P. Top 3 Methods Used for Preserving Food. Retrieved from <https://www.biologydiscussion.com/foods/preservation-foods/top-3-methods-used-for-preserving-food-microbiology/66152> Accessed February 02, 2021
31. Ильина, Н.В., Расторгуева, В.В. (2019). Консервирование пищевых продуктов. *Научный электронный журнал Меридиан*, 16(34), 48–54.
32. Верхивкер, Я.Г., Мирошниченко, Е.М. (2010). Асептическое консервирование пищевых продуктов. *Пищевая наука и технология*, 4(13), 25–26.
33. Сенкевич, В.И. (2018). Методы и параметры определения режимов стерилизации при производстве консервов. *Аллея науки*, 2(9(25)), 295–302.
34. Verkhivker, Ya.G., Myroshnichenko, E.M. (2015). Development parameter memory canning tomato sauces and ketchup in plastic containers. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 17(4(64)), 32–41. (In Ukrainian)
35. Берестова, А.В., Зинюхин, Г.Б., Манеева, Э.Ш. (2015). Особенности криообработки растительного сырья. *Вестник Оренбургского Государственного Университета*, 9(184), 130–136.
36. Казанцева, М.А., Ярушин, А.М. (2009). Потребительские свойства импортных яблок из торговой сети Хабаровского края. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2, 55–56.
37. Рогов, И.А., Куцакова, В.Е., Филиппов, В.И., Фролов, С.В. (2002). Консервирование пищевых продуктов холодом. М.: Колос. — 184 с.
38. Глазков С. В., Копцев С. В., Лесникова Н. А., Богданова В. В., Володарская Т. К. (2018). Современные инновационные технологии хранения свежих фруктов и овощей и продуктов их переработки (обзор). *Овощи России*, 5, 84–89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-84-89>

### REFERENCES

1. Ureta, M. M., Diascorn, Y., Cambert, M., Flick, D., Salvadori, V. O., & Lucas, T. (2019). Water transport during bread baking: Impact of the baking temperature and the baking time. *Food Science and Technology International*, 25(3), 187–197. <https://doi.org/10.1177/1082013218814144>
2. Keniyz, N.V. (2010). Influence of technological parameters on the production of frozen semi-finished products. *Young scientist*, 10, 150–153. (In Russian)
3. Labutina, N.V. (2004). Technology for the production of bakery products from frozen semi-finished products. Smolensk: Universum. — 236 p. (In Russian)
4. Kim, L.V. (1984). The basics of freezing, storing and defrosting baked goods. Voronezh: Voronezh State University Publishing House. — 243 p. (In Russian)
5. Mazur, P.Y. (2001). Water in the technology of making bread. Voronezh: Voronezh State Technical University. — 210 p. (In Russian)

6. Keniyz, N.V. (2014). Determination of the content of free and bound moisture in the test with the addition of cryoprotectants. *Young scientist*, 4, 187–189. (In Russian)
7. Keniyz, N.V., Sokol, N.V. (2014). Study of moisture condition in dough with cryoprotectors by means of nuclear-magnetic resonance. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*, 98, 416–428. (In Russian)
8. Ermosh, L.G., Berezovikova, I.P. (2012). Baked products from frozen semi-finished items with jerusalem artichoke flour. *Food processing: techniques and technology*, 4(27), 11–17. (In Russian)
9. Zhou, Y. -G., Li, D., Wang, L. -J., Li, Y., Yang, B. -N., Bhandari, B. at al. (2009). Effect of water content on thermal behaviors of common buckwheat flour and starch. *Journal of Food Engineering*, 93(2), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.021>
10. Keniyz, N.V., Sokol, N.V. (2014). Influence of various cryoprotectants on the rheology of dough for semi-finished products. *Young scientist*, 10, 147–150. (In Russian)
11. Korchagin, V.I., Derkanosova, N.M., Serbulov, Yu.S. (1999). Development of an approach to the selection of multifunctional additives in the production of bakery and flour confectionery products. *Storage and processing of farm products*, 8, 27–29. (In Russian)
12. Kitaevskaya, S.V., Reshetnik, O.A. (2014). The use of enzyme preparations in the technology of bakery products based on frozen semi-finished products. *Bulletin of the Kazan Technological University*, 16(24), 91–94. (In Russian)
13. Kitaevskaya, S.V., Reshetnik, O.A. (2006). Biotechnological foundations of the use of cryoresistant microorganisms in baking. Kazan: Kazan State Technological University. — 268 p. (In Russian)
14. Dmitrieva, Yu.V., Andreev, A.N. (2016). The influence of delayed baking technologies and the use of improvers on croissant quality. *Processes and food production equipment*, 3, 39–47. (in Russian)
15. Thania, N.M., Kamala, M.M., Sulaimana, A., Taipa, F.S., Omarb, R. (2020). Consumers' delayed consumption of bakery products: Effect on physical and chemical properties. *Journal of Agricultural and Food Engineering*, 1(2), 1–6. <http://doi.org/10.37865/jafe.2020.0013>
16. Boger, V.U., Romanov, A.S., Martynenko, N.S. (2012). Small piece bakery goods production technology based on partially baked semi-finished products. *Food processing: techniques and technology*, 1(24), 14–19. (In Russian)
17. Hozová, B., Turicová, R., Lenkeyová, I. (2002). Microbiological and sensory quality of stored croissant-type bakery products depending on external (sorbic acid) and internal (dough, aw value) conditions. *Nahrung – Food*, 46(3), 144–150. [http://doi.org/10.1002/1521-3803\(20020501\)46:3<144::AID-FOOD144>3.0.CO;2-X](http://doi.org/10.1002/1521-3803(20020501)46:3<144::AID-FOOD144>3.0.CO;2-X)
18. Danilova, I.A. (2014). Types of freezing of bakery semi-finished products. *Young scientist*, 18, 233–235. (In Russian)
19. Katusov, D.N., Shalygina, L.S. (2017). Frozen bread production. *Innovation science*, 03–2, 35–37. (In Russian)
20. Mikulec, A., Kowalski, S., Lukasiewicz, M. (2018). The impact of postponed bread baking technology on the quality properties of kaiser rolls and in vitro starch digestibility. *Journal of Food Process Engineering*, 41(1), Article e12628. <http://doi.org/10.1111/jfpe.12628>
21. Keniyz, N.V., Sokol, N.V. (2011). The influence of defrosting in the technology of bread from frozen semi-finished products on the quality of the finished product. *Bulletin of NGIEI*, 2(2(3)), 92–101. (In Russian)
22. Lukina, O. V., Lukina, D. V. (2013). Fundamentals of defrosting process and quality assessment of defrozen semi-finished product and finished bakery products. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 4(8), 80–82. (In Russian)
23. Keniyz, N.V., Sokol, N.V. (2014). The technology of frozen semi-finished products using cryoprotectants. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. — 129 p. (In Russian)
24. Keniyz, N.V., Sokol, N.V. (2014). The process of freezing bakery semi-finished products with the addition of cryoprotectants and its effect on the structure of frozen semi-finished products. *Young scientist*, 5, 67–70. (In Russian)
25. Nariniyants, G.R., Patsyuk, L.K., Kostro, N.I., Lukashevich, O.N. (2005). Technology of aseptic preservation of fruit semi-finished products for baby food. *Food industry*. 3, 20–21. (In Russian)
26. Egorova, Z.E, Stigailo, I.N, Zelenkova, E.N, Shachek, T.M, Patey, E.S. (2012, 24–25 May). Juices with pulp for baby food based on directly squeezed carrot juice, aseptic preservation. Materials of the International scientific and practical conference “Innovative food technologies in the field of storage and processing of agricultural raw materials: fundamental and applied aspects”. Krasnodar. 107–110. (In Russian)
27. Toledo, R. T., Singh R. K., Kong F. (2018). Aseptic Processing. Chapter in a bok: Fundamentals of Food Process Engineering. University of Georgia, 245–276. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8\\_9](http://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8_9)
28. Pflug, I. J., Berry, M. R., Dignan, D. M. (1990). Establishing the heat-preservation process for aseptically-packaged low-acid food containing large particulates, sterilized in a continuous heat-hold-cool system. *Journal of Food Protection*, 53(4), 312–320 and 328. <http://doi.org/10.4315/0362-028x-53.4.312>
29. Ramos, M. M. V., Wurlitzer, N. J., Machado, T. F., Sucupira, N. R., Modesto, A. L. G. (2015). Validation of an aseptic packaging system of liquid foods processed by uht sterilization. *Chemical Engineering Transactions*, 44, 331–336. <http://doi.org/10.3303/CET1544056>
30. Ashwachi, P. Top 3 Methods Used for Preserving Food. Retrieved from <https://www.biologydiscussion.com/foods/preservation-foods/top-3-methods-used-for-preserving-food-microbiology/66132> Accessed February 02, 2021
31. Ilyina, N.V., Rastorgueva, V.V. (2019). Food preservation. *Scientific electronic journal Meridian*, 16(34), 48–54. (In Russian)
32. Verkhivker, Ya.G., Myroshnichenko, E.M. (2010). Aseptic food preservation. *Food science and technology*, 4(13), 25–26. (In Russian)
33. Senkevich, V.I. (2018). Methods and parameters for determining the sterilization modes in the production of canned food. *Alley of Science*, 2(9(25)), 295–302. (In Russian)
34. Verkhivker, Ya.G., Myroshnichenko, E.M. (2015). Development parameter memory canning tomato sauces and ketchup in plastic containers. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and biotechnology named after S. Z. Gzhytsky*, 17(4(64)), 32–41. (In Ukrainian)
35. Berestova, A.V., Zinyukhin, G.B., Maneva, E. Sh. (2015). Features of cryoprocessing of vegetable raw materials. *Bulletin of Orenburg State University*, 9(184), 130–135. (In Russian)
36. Kazantseva, M.A., Yarushin, A.M. (2009). Consumer properties of imported apples from the Khabarovsk Territory retail chain. *Storage and processing of farm products*, 2, 55–56. (In Russian)
37. Rogov, I.A., Kutsakova, V.E., Filippov, V.I., Frolov, S.V. (2002). Cold preservation of food products. Moscow: Kolos. — 184 p. (In Russian)
38. Glazkov, S.V., Koptsev, S. V, Lesnikova, N. A., Bogdanova, V.V., Volodarskaya, T. K. (2018). Modern innovative technologies for storing fresh fruits and vegetables and their processed products (review). *Vegetable crops of Russia*, 5, 84–89. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-84-89> (In Russian)



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
<b>Принадлежность к организации</b>	<b>Affiliation</b>
<p><b>Верхивкер Яков Григорьевич</b> — доктор технических наук, профессор, кафедра биоинженерии и воды, Одесская национальная академия пищевых технологий                      Украина, Одесса, ул. Канатная, 112.                      E-mail: yaverkhivker@gmail.com                      ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-2563-4419">https://orcid.org/0000-0002-2563-4419</a>                      * автор для контактов</p>	<p><b>Yakov G. Verkhivker</b> — doctor of technical sciences, professor, Department of Bioengineering and Water, Odessa National Academy of Food Technologies, 65039, str. Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine                      E-mail: yaverkhivker@gmail.com                      ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-2563-4419">https://orcid.org/0000-0002-2563-4419</a>                      * corresponding author</p>
<p><b>Мирошниченко Елена Михайловна</b> — кандидат технических наук, доцент, кафедра биоинженерии и воды, Одесская национальная академия пищевых технологий                      Украина, Одесса, ул. Канатная, 112.                      E-mail: kushnir.kamenka@gmail.com                      ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7376-8008">https://orcid.org/0000-0002-7376-8008</a></p>	<p><b>Elena M. Myroshnichenko</b> — candidate of technical sciences, docent, Department of Bioengineering and Water, Odessa National Academy of Food Technologies, 65039, str. Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine                      E-mail: kushnir.kamenka@gmail.com                      ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7376-8008">https://orcid.org/0000-0002-7376-8008</a></p>
<p><b>Петькова Ольга Васильевна</b> — аспирант, кафедра биоинженерии и воды, Одесская национальная академия пищевых технологий                      Украина, Одесса, ул. Канатная, 112.                      E-mail: petkovaolha@gmail.com</p>	<p><b>Olga V. Petkova</b> — graduate student, Department of Bioengineering and Water, Odessa National Academy of Food Technologies, 65039, str. Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine                      E-mail: petkovaolha@gmail.com</p>
<b>Критерии авторства</b>	<b>Contribution</b>
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism
<b>Конфликт интересов</b>	<b>Conflict of interest</b>
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов	The authors declare no conflict of interest
<b>Поступила 16.02.2021</b>	<b>Received 16.02.2021</b>
<b>Поступила после рецензирования 18.03.2021</b>	<b>Accepted in revised 18.03.2021</b>
<b>Принята в печать 25.03.2021</b>	<b>Accepted for publication 25.03.2021</b>