

*Розглянуто найбільш ефективні засоби збереження свіжості борошняних виробів. Дослідження змін фізико-хімічних показників якості сирцевих пряників, структурно-механічних та гідрофільних властивостей їх м'якушки при зберіганні показало перспективність використання борошна з пшениці ваксі, особливістю якої є відсутність у складі її крохмалю амілози, для зниження інтенсивності черствіння даної групи виробів*

*Ключеві слова: борошно пшениці ваксі, амілопектин, сирцеві пряники, черствіння, ретроградація крохмалю*

*Рассмотрены наиболее эффективные мероприятия сохранения свежести мучных изделий. Исследование изменений физико-химических показателей качества сырцовых пряников, структурно-механических и гидрофильных свойств их мякиша при хранении показало перспективность использования пшеничной муки вакси, особенностью которой является отсутствие в составе ее крахмала амилозы, для снижения интенсивности черствения данной группы изделий*

*Ключевые слова: мука пшеницы вакси, амілопектин, сырцовые пряники, черствение, ретроградація крахмала*

## СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

**Е. Г. Иоргачева**

Доктор технических наук, профессор\*

E-mail: iorgachova@gmail.com

**О. В. Макарова**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: olgaodes@mail.ru

**Е. В. Хвостенко**

Аспирант\*

E-mail: epinchuk@ukr.net

\*Кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекокцентратов  
Одесская национальная академия  
пищевых технологий  
ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

### 1. Введение

Свежесть мучных изделий, а именно сохранение ими первоначальной мягкости, вкуса, внешнего вида, является приоритетным потребительским свойством при выборе продуктов, которое определяет спрос и, следовательно, конкурентоспособность продукции на рынке. Поэтому сохранение свежести и качества мучных изделий в течение гарантированных сроков хранения, их продление являются важной проблемой, с которой сталкивается большинство предприятий отрасли. В связи с этим, производители данной группы изделий заинтересованы в инициировании разработок и внедрении на производстве различных мероприятий для продления свежести хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Поиск эффективных решений, направленных на замедление черствения мучных изделий, учитывая, что механизм этого процесса, несмотря на многочисленные исследования, до конца не изучен, остается актуальной задачей практиков и ученых отрасли.

### 2. Обзор литературных источников

Изменение качественных характеристик мучной продукции в процессе хранения, как известно, обусловлены усыханием и старением высокополимерных веществ – крахмала и белков – в результате протекания сложных физико-химических и коллоидных процессов [1].

К наиболее распространенным способам, направленным на замедление процесса черствения многих видов мучных изделий, можно отнести:

1. Корректировка рецептуры и использование различных ингредиентов с определенным составом и функционально-технологическими свойствами, которые можно разделить на несколько групп: связывающие влагу в тесте, замедляющие ретроградацію крахмала и способствующие повышению гидрофильных свойств изделий [2–6]. К таким ингредиентам можно отнести каррагинан и его соли, низкоэтерифицированные пектины, сухую клейковину, лецитин, фруктовые и овощные порошки, солодовые препараты, инвертный сироп, продукты гидролиза крахмала, белоксодержащее сырье и жировые продукты, образующие комплексы с крахмальными полисахаридами, препятствующие агрегации амилозы и амілопектина.

2. Введение в рецептуру минорных ингредиентов – улучшителей и стабилизаторов качества [7, 8].

Но при этом природе вносимых добавок не всегда уделяется должное внимание, и зачастую используются вещества неорганического происхождения. Следует заметить, что современный потребитель довольно требователен не только к качеству, но и безопасности пищевой продукции, и все чаще обращает внимание на ее состав, поэтому использование для продления сроков хранения мучных изделий различного рода улучшителей может привести к снижению спроса на данную продукцию. Применение же ферментных препаратов связано с трудностью контролирования их активности и необходимости установления предела их

действия во избежание чрезмерной глубины гидролиза гидрополимеров.

3. Применение технологических приемов и регулирование параметров технологического процесса тестоприготовления [1, 9].

Известно, что подбор наиболее рациональных параметров тестоведения позволяет обеспечить необходимые изменения биополимеров муки, способствующих созданию необходимой структуры теста и получению в дальнейшем мучных изделий высокого качества с более длительным сроком хранения. Например, увеличение продолжительности брожения дрожжевых полуфабрикатов, при котором в тесте накапливается большее количество органических кислот, применение оптимальной степени механической обработки теста при замесе способствует снижению интенсивности образования кристаллической структуры крахмала.

4. Подбор параметров выпечки изделий: длительность, плотность посадки изделий на поду, режим увлажнения и вентиляции пекарной камеры [1, 4, 10]. Так, анализ изменений качественных характеристик мучных изделий в процессе хранения, выпеченных при 220 и 180 °С показал, что уменьшение температуры выпечки изделий привело к снижению интенсивности потери свободной влаги в изделиях, а также замедлению процесса ретроградации крахмала, о чем свидетельствуют данные по энтальпии плавления ретроградированного амилопектина.

5. Использование рациональных режимов хранения и упаковывания продукции [7, 11]. Установлено, что одним из эффективных способов уменьшения интенсивности усыхания выпеченных мучных изделий является максимальное сокращение продолжительности периода его переменной скорости путем интенсивного охлаждения свежеспеченных изделий до температуры окружающего воздуха. Кроме того, при быстром охлаждении цепочки крахмальных молекул не успевают упорядочиться, структурироваться и образуются переплетающаяся сеть из частично кристаллизованных и аморфных полимеров. При этом важно отметить, что продолжительное хранение мучных изделий при температуре окружающей среды от -2 до 20 °С способствует ускорению процесса ретроградации крахмала, т.к. приводит к образованию крахмальных кристаллитов.

К эффективным способам, значительно снижающим потерю влаги в окружающую среду, относится упаковывание продукции. Различные виды упаковочных материалов характеризуются низкой запахопроницаемостью, исключаяющей потерю аромата свежеспеченных изделий и восприятие посторонних запахов. Применение различных видов бумаги и пленочных материалов с высокими барьерными свойствами, упаковка изделий в газовую среду, а также применение вакуумных упаковок позволяет, с одной стороны, продлить сроки хранения мучных изделий, а с другой – улучшает санитарно-гигиенические условия транспортирования и реализации продукции в торговой сети.

6. Замораживание выпеченной продукции [1, 12], т. к. при низких температурах снижается кинетическая подвижность молекулярных цепочек амилозы и амилопектина крахмала, что препятствует ретроградации крахмала и уплотнению структуры белка. За-

мороженные изделия хранят при температуре от -15 до -20 °С. При этом продолжительность хранения мучных изделий в данных условиях не должна превышать 10 суток, т. к. может привести к глубоким изменениям структуры биополимеров продукции.

Одним из эффективных из вышеперечисленных способов решения проблемы сохранения свежести мучных изделий, как с экономической, так и с технологической точек зрения, является использование сырья с необходимыми функционально-технологическими свойствами, к которым можно отнести муку пшеницы вакци (МПВ), особенностью которой является отсутствие в составе ее крахмала амилозы. Проведенные ранее исследования показали перспективность использования безамилозной муки при производстве некоторых групп мучных изделий – пшеничного хлеба, кексов, бисквитов [13, 14]. Установлено, что замена 15–30 % рецептурного количества муки, полученной из хлебопекарных сортов пшеницы (ХПМ) на муку с измененным углеводным составом позволяло более длительное время сохранять высокие качественные показатели изделий при хранении. При этом, в литературных источниках отсутствуют данные об использовании МПВ для стабилизации качества продукции на протяжении всего срока хранения в технологии пряничных изделий.

---

### 3. Постановка проблемы

---

Существует целый ряд мероприятий, способствующих продлению сохранения свежести мучных изделий, но большинство из них связаны со значительными материальными затратами, зачастую не являются гибкими или их использование направлено лишь на «маскирование» признаков черствения. Факторы, влияющие на черствение мучных изделий, многочисленны: рецептура и технологический режим приготовления изделия, условия их хранения. При этом гидроколлоиды различных видов муки имеют различную способность к синерезису, т. е. скорость, степень и в некоторой степени характер изменений белковых веществ, в структуре и степени кристалличности крахмала большей части мучных изделий при хранении зависят от вида используемого мучного сырья. А учитывая, что крахмала в муке в разы больше, чем белка, и изменения в нем происходят интенсивнее, черствение, сопровождающееся потерей мягкой консистенции при хранении изделий, обусловлено в большей мере изменением структуры крахмала.

Поэтому желаемых результатов для решения проблемы сохранения свежести мучных изделий, в том числе и пряников, можно достичь в результате использования при их производстве МПВ, крахмал которой состоит только из амилопектина. Данный полисахарид, как известно, труднее подвергается ретроградации по сравнению с амилозой, обязательной составляющей крахмала хлебопекарной муки [15].

Пряничные изделия вследствие высоких вкусовых характеристик и доступности для массового покупателя благодаря относительно низкой себестоимости занимают особую нишу на рынке мучных кондитерских изделий и пользуются популярностью у потребителей. Но препятствием для увеличения объемов производ-

ства сырцовых пряников, повышения их потребительской привлекательности и обеспечения конкурентноспособности данных изделий является их склонность к быстрому высыханию и черствению, короткому сроку годности по сравнению с заварными пряниками, что обусловлено спецификой технологий [16]. Ряд исследователей механизм черствения пряников связывают с одновременным протеканием процессов ретроградации крахмала, но и кристаллизацией сахарозы, обусловленной десорбцией влаги при хранении [17]. Но необходимо отметить, что изменение структуры, консистенции мякиша пряника при хранении, вероятно, в большей степени обусловлено структурообразованием крахмальных полисахаридов. В связи с этим использование при производстве сырцовых пряников муки пшеницы ваксы является перспективным, т. к. ранее проведенные исследования показали, что ее внесение в состав рецептуры данной группы изделий приводит к получению готовых изделий хорошего качества [18].

#### 4. Цель и задачи исследования

Целью научной работы есть определение целесообразности использования муки пшеницы ваксы в технологии сырцовых пряников для стабилизации их качества при хранении.

Для достижения поставленной цели необходимо исследовать влияние массовой доли безамилонной муки на изменение физико-химических показателей качества пряников, крошливости, структурно-механических и гидрофильных свойств их мякиша, изучаемых по величине вязкости водной суспензии и количеству поглощенной воды, в процессе хранения.

#### 5. Влияние муки пшеницы ваксы на изменение качества сырцовых пряников при хранении

При проведении исследований в рецептуре сырцовых пряников «Ванильные» [19] 25, 50, 75 и 100 % ХПМ заменяли на безамилонную. Пряники хранили в гофрированных коробах при температуре 18 °С и относительной влажности воздуха 65–75 % в течение 25 дней (срок хранения, предусмотренный нормативной документацией при указанных условиях, составляет 20 дней) [20].

Известно, что изменение качества мучных изделий при хранении обусловлены, с одной стороны, потерей влаги и усыханием, а с другой – изменениями их структурных компонентов. Хотя специфические изменения физических свойств мякиша происходят со временем и в условиях, исключающих изменение влажности готовых изделий, потеря влаги способствует интенсификации процесса черствения [1–3]. Изучение изменения влажности сырцовых пряников при хранении (рис. 1) показало, что с увеличением массовой доли муки пшеницы ваксы в рецептуре интенсивность потери влаги в продукте снижается.

Так, для изделий на основе ХПМ в конце гарантийного срока хранения (20 сут) изменение влажности составило 1,7 %, а для пряников с 50 % МПВ – 0,9 %. При полной замене хлебопекарной муки на безамилонную

данный показатель снизился на 0,7 %. Полученная тенденция, вероятно, связана с разветвленной структурой амилопектина, способствующей замедлению перемещения влаги из внутренних слоев изделий к поверхности под действием градиента температуры и влажности. Также замедление потери влаги по сравнению с контролем для пряников на основе МПВ может быть связано с увеличением количества поврежденных зерен крахмала при ее внесении [21], что, в свою очередь, за счет их более высокой гидрофильности, способствует увеличению количества связанной воды в изделиях. Необходимо отметить, что на динамику изменения влажности сырцовых пряников в процессе хранения существенное влияние оказывает и более низкая температура клейстеризации крахмала безамилонной муки по сравнению с ХПМ [22]. В результате этого в процессе выпечки в пряниках из МПВ разрушение структуры данного полисахарида происходит в большей степени, что приводит к накоплению большего количества декстринов, способствующих снижению десорбции влаги в готовых изделиях.

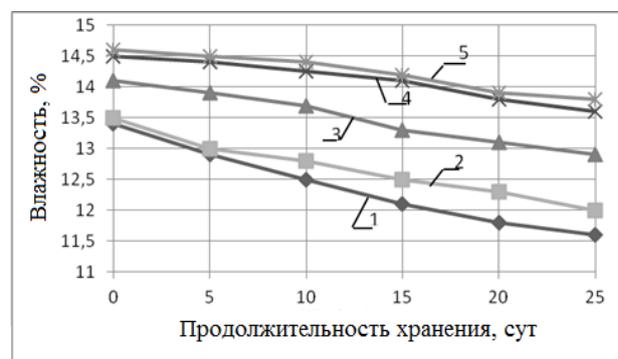


Рис. 1. Изменение влажности сырцовых пряников при хранении, где массовая доля МПВ (%): 1 – 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100

Так как наиболее явным внешним признаком потери свежести является повышение твердости пряников, то для количественной оценки скорости их черствения при хранении исследовали структурно-механические свойства мякиша по показателю, который характеризует его сжимаемость – степень пенетрации (P) (рис. 2).

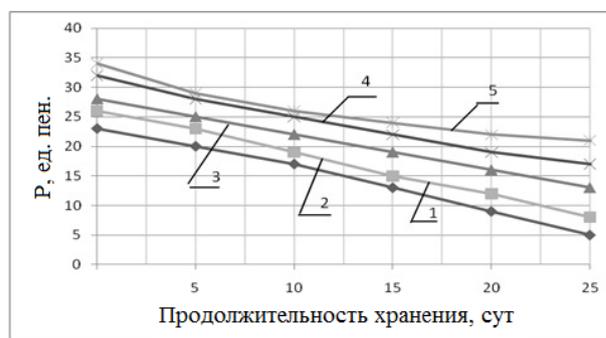


Рис. 2. Влияние продолжительности хранения сырцовых пряников на изменение степени пенетрации (P) при массовой доле МПВ (%): 1 – 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100

Из полученных зависимостей видно, что сжимаемость мякиша всех образцов при хранении снижалась, но использование при приготовлении пряников МПВ сопровождалось меньшими изменениями их консистенции. Так, после 20 дней хранения степень пенетрации для контрольного образца снизилась на 18 ед. пенетрометра, а для пряников на основе безамиллозной муки на 13 ед. пенетрометра. Снижение интенсивности изменений структурно-механических свойств мякиша пряничных изделий из безамиллозной муки, вероятно, обусловлено особенностью ее углеводно-амилазного комплекса, а именно более высокой автолитической активностью по сравнению с ХПМ. В результате данной особенности МПВ при выпечке изделий происходит деструкция большей части молекул крахмала. При этом количество негидролизированных крахмальных зерен сокращается, тем самым снижая степень ретроградации полисахарида, т. е. разрушенные молекулы не способны объединиться в ассоциаты и образовывать кристаллическую фазу, формирование которой и приводит к повышению твердости пряников при хранении. Кроме того, внесение безамиллозной муки способствует сохранению влаги пряниками в процессе хранения, тем самым замедляя их высыхание.

К одним из основных показателей, также характеризующих степень черствения изделий, относится крошливость мякиша (рис. 3).

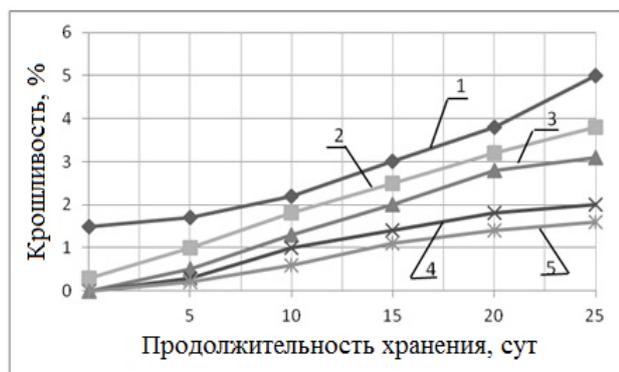


Рис. 3. Изменение крошливости сырьевых пряников при хранении, где массовая доля МПВ (%): 1 – 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100

В процессе хранения мучных изделий происходит уплотнение структуры крахмала за счет агрегации молекул амилозы и амилопектина, уменьшается объем зерен крахмала и происходит увеличение их твердости, вследствие чего мякиш становится крошащимся и твердым.

Как видно из представленных данных, с увеличением продолжительности хранения для всех образцов характерно возрастание крошливости. Но при этом важно отметить, увеличение данного показателя для изделий с внесением МПВ происходило менее интенсивно. Так, по сравнению с пряниками из ХПМ, на 20 суток хранения увеличение крошливости для изделий с 50 % безамиллозной муки было меньше на 0,9 %, а для пряников на основе МПВ – на 2,5 %.

Такую закономерность можно объяснить замедлением образования воздушных прослоек в пряниках из муки с измененным составом крахмала между

коагулированной белковой массой и зёрнами крахмала, которые уменьшаются в объеме в результате уплотнения их структуры с течением времени. Это, вероятно, обусловлено наличием большего количества декстринов и отсутствием амилозы в составе крахмала МПВ, которая ретроградирует быстрее по сравнению с амилопектиновой фракцией, образующей вязкие и относительно стойкие коллоидные растворы.

При хранении мучных изделий изменяются формы связи влаги, что отражается на гидрофильных свойствах мякиша изделий. Исследование гидрофильных свойств мякиша пряничных изделий в процессе хранения по количеству поглощенной им воды (рис. 4) показало, что с увеличением времени хранения способность мякиша к набуханию и поглощению воды у всех образцов снижается.

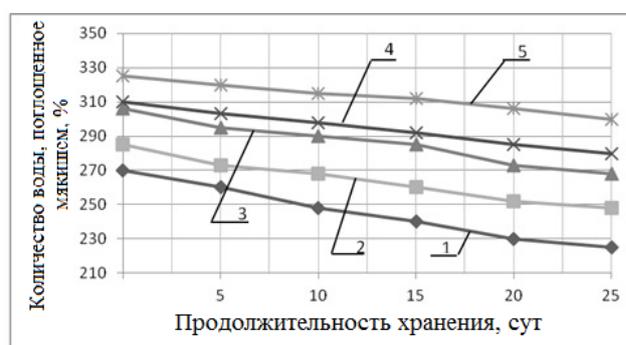


Рис. 4. Изменение гидрофильности мякиша сырьевых пряников при хранении, где массовая доля МПВ (%): 1 – 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100

Необходимо отметить, что для сырьевых пряников из безамиллозной муки изменение данного показателя происходило менее интенсивно, так как более низкая температура клейстеризации крахмала МПВ сопровождается более полной дезагрегацией полисахарида, что обуславливает повышение их способности к поглощению воды и замедляет снижение гидрофильных свойств мякиша в процессе хранения.

По истечении гарантийного срока хранения гидрофильность мякиша изделий, в состав которых входят равные доли двух видов пшеничной муки, уменьшилась на 33 %, а для пряников на основе МПВ на 19 %. Тогда как количество поглощенной воды мякишем контрольного образца сократилось на 40 %.

Изменение гидрофильных свойств мякиша сырьевых пряников с различной массовой долей МПВ также определяли по изменению реологических свойств водной суспензии мякиша влажностью 65 % при температуре 30 °С [23] на ротационном вискозиметре Реотест-2 (рис. 5).

Анализ полученных данных свидетельствует, что с увеличением продолжительности хранения вязкость суспензии мякиша уменьшается для всех образцов. Эта тенденция обусловлена снижением способности коллоидов и других веществ мякиша связывать воду и переходить в водный раствор в результате происходящих процессов черствения. При этом необходимо отметить, что внесение МПВ в состав рецептуры сырьевых пряников приводит к возрастанию вязкостных характеристик суспензии мякиша по сравнению с контролем.

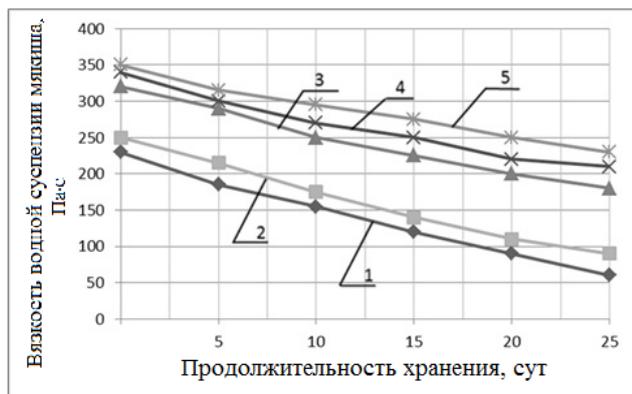


Рис. 5. Изменение вязкости водной суспензии мякиша сырьевых пряников при хранении, где массовая доля МПВ (%): 1 – 0; 2 – 25; 3 – 50; 4 – 75; 5 – 100 при  $D_r = 27\text{с}^{-1}$

Вязкость суспензии мякиша пряников из 50 % МПВ в последний гарантийный день хранения была больше в 3 раза, а для изделий на основе безамилозной муки – в 3,8 раза. Данная особенность связана со способностью амилопектина более длительное время находиться в аморфном состоянии при хранении мучных изделий, тем самым снижая интенсивность протекания процесса синерезиса, который характеризуется отделением свободной влаги в результате уплотнения гелевой структуры крахмала. Это обуславливает более высокую вязкость суспензии мякиша образцов на основе МПВ и способствует замедлению ее снижения при хранении.

## 6. Выводы

Таким образом, показана целесообразность использования муки пшеницы вакси, особенностью которой является отсутствие в составе ее крахмала амилозы, для продления сроков сохранения свежести сырьевых пряников. Анализ влияния массовой доли безамилозной муки на физико-химические показатели качества изделий, крошливость, структурно-механические и гидрофильные свойства их мякиша показал, что ее внесение в рецептуру сырьевых пряников позволяет стабилизировать их качество при хранении. Установлено, что использование МПВ способствует замедлению потери влаги, менее интенсивному изменению крошливости и гидрофильных свойств мякиша, сохранению более мягкой консистенции исследуемых образцов на протяжении всего срока хранения. Это обусловлено снижением скорости ретроградации амилопектина по сравнению с амилозой и более высоким гидрофильными свойствами поврежденных зерен крахмала, входящих в состав безамилозной муки.

Стабилизация качества пряников на основе безамилозной пшеничной муки при хранении, обусловленная особенностями ее состава и технологических свойств, позволяет рекомендовать данную муку как перспективный рецептурный компонент, способствующий эффективному решению проблемы быстрого черствения сырьевых пряников.

## Литература

1. Дробот, В. И. Технология хлебопекарского виробництва [Текст] / В. И. Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.
2. Петрова, С. Н. Способы замедления процесса черствения пряников [Текст] / С. Н. Петрова, Л. И. Степанова // Хлебопеченье России. – 2004. – № 6. – С. 30–31.
3. Оболкина, В. Сохранение качества пряничных изделий в процессе их хранения [Текст] / В. Оболкина, О. Кирпиченкова, Н. Алексеенко // Продукты & ингредиенты. – 2012. – № 10. – С. 23–24.
4. Билык, Е. А. Способы сохранения свежести хлебобулочных изделий из пшеничной муки [Текст] / Е. А. Билык [та ін.] // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 2. – С. 52–54.
5. Семенец, О. Черствение хлеба и борьба с этим явлением [Текст] / О. Семенец // Хлебопекарное и кондитерское дело. – 2010. – № 2. – С. 12–13.
6. Корячкина, С. Я. Способ замедления черствения хлебобулочных изделий [Текст] / С. Я. Корячкина, Д. К. Ахмедова // Хлебопродукты. – 2013. – № 3. – С. 39–41.
7. Матвеева, И. В. Природное решение природной проблемы черствения хлебобулочных изделий [Текст] / И. В. Матвеева [та ін.] // Хлебопродукты. – 2012. – № 9. – С. 26–28.
8. Sharp, T. The use of enzymes in bakery products [Текст] / T. Sharp // Ingredients business. – 2010. – № 7–8. – P. 6–7.
9. Vignali, G. Analysis and evaluation of cooking parameters for sweet bakery products [Текст] / G. Vignali, A. Volpi // Advance journal of food science and technology. – 2013. – Vol. 5 (7). – P. 843–854.
10. Impact of baking conditions on bread staling [Electronic resource] / E. Besbes. – Available at : <http://www.icef11.org/content/papers/fms/FMS771.pdf>.
11. Магомедова, А. Влияние упаковки и условий среды на сохранность мучных кондитерских изделий [Текст] / А. Магомедова // Хлебопродукты. – 2011. – № 1. – С. 42–43.
12. Sargent, K. A softer approach to improving the quality of refrigerated bakery products [Текст] / K. Sargent // Cereal foods world. – 2008. – Vol. 53 (6). – P. 301–305.
13. Nishio, Z. Influence of amylose content on cookie and sponge cake quality and solvent retention capacities in wheat flour [Текст] / Z. Nishio // Cereal chemistry. – 2009. – Vol. 86 (3). – P. 313–318.
14. Qin, P. Effect of waxy wheat flour blends on the quality of fresh and stale bread [Текст] / P. Qin // Agricultural sciences in China. – 2009. – Vol. 8 (4). – P. 401–409.
15. Steele, R. Understanding and measuring the shelf-life of food [Text] / R. Steele. – Woodhead Publishing, 2004. – 448 p.

16. Драгилев, А. И. Производство мучных кондитерских изделий [Текст] / А. И. Драгилев, Я. М. Сезанаев. – М. :ДеЛи, 2000. – 448 с.
17. Дорохович, А. М. Особливості структури сирцевого та заварного пряників [Текст]. / А. М. Дорохович, І. В. Любавіна, В. Б. Любарський // Наукові праці ОНАХТ. – 2003. – Вип. 21. – С. 235–238.
18. Иоргачева, Е. Г. Использование безамиллозной муки в технологии сырцовых пряников [Текст] / Е. Г. Иоргачева, О. В. Макарова, Е. В. Хвостенко, М. Н. Ильющенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – Вип. 42, Т.1. – С. 173–177.
19. Общественное питание. Справочник кондитера [Текст] / под. ред. М. А. Николаевой, Н. И. Номфиловой. – М. : «Экономические новости», 2003. – 640 с.
20. ДСТУ 4187:2003. Вироби кондитерські пряників. Загальні технічні умови [Текст] / Взамен ГОСТ 15810-96 ; введ. 2003-07-05. – К. : Держсповижстандарт України, 2004. – 14 с.
21. Vignaux, N. Grain quality characteristics and milling performance of full and partial waxy durum lines [Text] / N. Vignaux // Cereal chemistry. – 2004. – Vol. 81, № 3. – P. 377–383.
22. Юргачова, К. Г. Визначення технологічних властивостей борошна з безамілозної пшениці за станом вуглеводно-амілазного комплексу [Текст] / К. Г. Юргачова, О. В. Макарова, К. В. Хвостенко, О. І. Рибалка // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 1. – С. 37–40.
23. Притула, В. И. Влияние способа приготовления заварных пряников на сохранение их свежести / В. И. Притула и др. // Хлебопекарная, макаронная, дрожжевая промышленность. – 1982. – № 3. – С. 13–16.