

Проаналізовано відмінності між різними групами борошняних кондитерських виробів та показана актуальність диференційованого підходу до технологічних властивостей борошна для їхнього виробництва. На основі досліджень технологічних властивостей борошна з ваксі-пшениці обґрунтовано перспективність його використання в технології кондитерської продукції для стабілізації якості виробів з дріжджового тіста та схиляних до швидкого черствіння пряників

Ключеві слова: пшениця ваксі, амілопектин, борошно, технологічні властивості борошна, кекси на дріжджах, галети зі зниженою цукровмісністю, сирцеві та заварні пряники

Проведен анализ отличий между разными группами мучных кондитерских изделий и показана актуальность дифференцированного подхода к технологическим свойствам муки для их производства. На основании исследований технологических свойств муки из вакси-пшеницы обоснована перспективность ее использования в технологии кондитерской продукции для стабилизации качества изделий из дрожжевого теста и склонных к быстрому черствению пряников

Ключевые слова: пшеница вакси, амілопектин, мука, технологические свойства муки, кексы на дрожжах, галеты со сниженной сахароемкостью, сырцовые и заварные пряники

УДК 664.68.022.36–021.465:664.71–11
DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65756

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ГРУПП МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУКИ ИЗ ВАКСИ- ПШЕНИЦЫ

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

Кандидат технических наук, ассистент*

E-mail: epinchuk@ukr.net

*Кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекопцентратов

Одесская национальная академия пищевых технологий
ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

1. Введение

Производство мучных кондитерских изделий (МКИ) остается одним из самых динамично развивающихся в кондитерской отрасли на протяжении последних лет [1]. Данная группа изделий характеризуется большим потенциалом для производителей, что обусловлено стабильно высоким спросом у потребителя благодаря относительной доступности по цене, широкому ассортименту и способности удовлетворить любой вкус. В связи с чем, одними из приоритетных направлений развития отрасли является разработка и внедрение инновационных мероприятий, направленных на повышение качества, продление сроков сохранения свежести и высоких потребительских характеристик МКИ.

Качество мучных изделий (МИ) в значительной мере зависит от технологических свойств пшеничной муки, требования к которым, в зависимости от вида изделий, существенно отличаются. Использование муки с определенными характеристиками, т. е. целевого назначения, для производства каждой из групп МИ в Украине пока еще отсутствует, что не обеспечивает стабильность качества выпускаемой продукции.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Ассортимент МИ, выпускаемый в Украине, достаточно широк и сегментирован по видам. При этом виды изделий существенно разнятся между собой как соотношением рецептурных компонентов, технологией производства, структурно-механическими характеристиками теста, так и органолептическими характеристиками – текстурой, формой, вкусовыми качествами. В зависимости от особенностей производства и рецептурного состава для мучных изделий рекомендованы и различные сроки их хранения (табл. 1) [2].

Анализ особенностей технологий МИ показал, что технологические свойства пшеничной муки, основной и обязательной составляющей рецептуры всех групп мучных кондитерских изделий, являются важным фактором, определяющим протекание процесса производства, качество мучных полуфабрикатов и текстуру изделий. Значительные колебания технологических свойств сырья, поступающего на предприятия отрасли, и в первую очередь пшеничной муки, вызывают проблемы обеспечения необходимой интенсивности протекания биохимических, микробиологических процессов производства и формирования

качества готовых изделий, их стабильности при хранении [3]. В связи с чем, задача повышения качества МКИ тесно взаимосвязана с вопросом дифференцированного подхода к технологическим свойствам основного сырья при производстве конкретных групп данных изделий.

Таблица 1

Характеристика мучных изделий

Ассортимент МИ	Способ разрыхления	Структурно-реологические свойства теста	Сроки хранения
Простые галеты	Биологический химический	упруго-эластичные	24 мес
Галеты и крекеры			1–6 мес
Затяжное печенье			3 мес
Заварной ПФ	механический	вязкие	72 ч
Слоеный ПФ	Биологический химический механический	упруго-эластичные	7 дн
Кексы			2–35 дн
Пряники сырные	химический	вязко-пластичные	10–30 дн
Пряники заварные			10–90 дн
Вафли твердые	Химический биологический механический	вязкие	15–90 дн
Вафли мягкие			
Бисквитный ПФ	механический	пенообразные	7 дн

Различные требования к технологическим свойствам сырья обусловлены необходимостью обеспечения определенных структурно-механических свойств полуфабрикатов МИ, которые в дальнейшем формируют качество готовой продукции [4, 5].

Требования к свойствам муки зависят и от способа разрыхления теста различных видов МИ [6]. Качество изделий, для обеспечения пористой структуры которых используется биологический способ разрыхления (дрожжи), во многом обусловлено сахаро- и газообразующей способностью муки. Кроме того, в процессе брожения в тесте накапливаются специфические вкусовые и ароматические вещества, являющиеся промежуточными продуктами спиртового и молочнокислого брожения. Но для разрыхления теста биологическим способом требуется достаточно длительное время по сравнению с другими способами.

Преимуществом применения химического и механического способов является способность при небольших временных затратах обеспечивать пористую структуру полуфабрикатов с высоким содержанием сдобящих компонентов, оказывающих угнетающее действие на развитие и жизнедеятельность дрожжевых клеток [7]. При этом данные способы разрыхления теста не обеспечивают накопление веществ, придающих приятный вкус и аромат, свойственные дрожжевым изделиям [8].

В отличие от биологического способа, состояние углеводно-амилазного комплекса муки (газо- и сахарообразующая способность) не является предопределяющим при использовании химического или меха-

нического способа разрыхления кондитерского теста. Насыщение теста диоксидом углерода, кислородом или воздухом при сбивании, под давлением или разряжением, осуществляемом при механическом способе, зачастую применяется для обеспечения пенообразной структуры кексов и бисквитных полуфабрикатов, рецептурой которых предусматривается высокое содержание яичных продуктов. При использовании данных способов качество готовых изделий в большей мере определяется количественными и качественными характеристиками клейковины используемой муки [9]. Она, в основном, должна относиться к слабой по «силе», т. к. внесение муки с сильной клейковиной приведет к получению затянутого теста и плотной структуре мякиша выпеченных изделий.

Таким образом, использование муки с необходимыми технологическими свойствами, т. е. целевого назначения при производстве различных видов МКИ, позволит более эффективно использовать зерновые ресурсы, рационализировать процесс производства и стабилизировать качество готовой продукции [10, 11].

В мировой практике уже давно применяется дифференцированный подход к качеству муки в зависимости от ее использования. Мука, полученная из мягкозерной пшеницы, рекомендована для использования в технологии ряда мучных кондитерских изделий. При производстве хлеба более целесообразно использовать пшеничную муку из твердозерной пшеницы с высоким содержанием белка и сильной клейковиной [3].

Значительный интерес среди новых сортов пшеницы с отличительными свойствами представляет безамилозная – вакси [12]. Исследование показателей качества зерна пшеницы вакси показало высокую чувствительность ее крахмальных зерен к механическому воздействию при помоле [13], что приводит к возрастанию количества поврежденных крахмальных гранул в муке из пшеницы вакси [14] и увеличению ее водопоглощательной способности [15].

Анализ литературных источников показал, что рядом исследователей исследована возможность использования муки из пшеницы вакси (МПВ), выведенной японскими учеными, в технологии хлебобулочных изделий с отложенной выпечкой [16] и при производстве некоторых видов мучных изделий – цельнозернового пшеничного хлеба [17], блюд азиатской кухни [18], маффинов [19]. Установлено, что введение в рецептуру МПВ способствует повышению потребительских характеристик данных групп мучных изделий на протяжении всего срока хранения.

Учитывая вышесказанное, необходимым является дальнейшее развитие исследований, направленных на изучение технологических свойств муки из вакси-пшеницы, районированной на юге Украины, и обоснование выбора групп МКИ, для которых целесообразно использовать данную муку, с учетом специфики национальной классификации данной продукции.

3. Цель и задачи исследования

Целью исследования было изучение целесообразности использования муки из пшеницы вакси, районированной на юге Украины, и обоснование выбора

групп МКИ при ее использовании для повышения и стабилизации их качества.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ технологических свойств МПВ и ее смесей с хлебопекарной пшеничной муки (ХПМ), традиционно используемой в Украине при производстве всех групп мучных изделий;
- на основе анализа особенностей технологии различных видов МКИ обосновать выбор групп и целесообразность использования муки из вакци-пшеницы при их производстве;
- установить влияние соотношения различных видов пшеничной муки на показатели качества кондитерских изделий из дрожжевого теста (кексов на дрожжах и галет со сниженной сахароемкостью);
- определить влияние безамилозной пшеничной муки на сохранение свежести пряничных изделий.

4. Материалы и методы исследований

Отбор проб для физико-химических исследований экспериментальных образцов проводили согласно ДСТУ 4619:2006. Анализ качества муки, а именно сахарообразующую способность, определяли йодометрическим методом; параметры процесса клейстеризации крахмала – на приборе «Амилограф» Vrabender по методике, прилагаемой к прибору; газообразующую способность – волюметрическим методом; число падения – на приборе ПЧП-3. Структурные изменения сырцовых пряников при хранении определяли по результатам рентгенофазного анализа на приборе ДРОН-4-07 [20, 21].

5. Обоснование выбора групп мучных кондитерских изделий и оценка их качественных характеристик при использовании МПВ

При использовании муки из вакци-пшеницы, отличительной особенностью которой является измененный состав крахмала, необходимым является исследование ее технологических свойств. Это позволит обосновать выбор и целесообразность использования МПВ в технологии различных групп МКИ.

Результаты оценки углеводно-амилазного комплекса безамилозной пшеничной муки свидетельствуют о возрастании сахарообразующей способности мучных смесей при внесении МПВ (рис. 1).

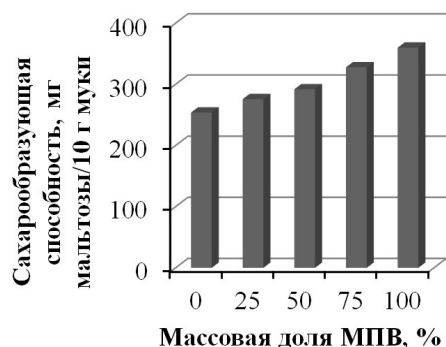


Рис. 1. Сахарообразующая способность мучных смесей

По сравнению с контролем, данный показатель для мучной смеси, содержащей в равных долях ХПМ и МПВ, увеличился на 15 %, а для муки из вакци-пшеницы – на 42 %. Полученная закономерность, вероятно, обусловлена более высоким содержанием поврежденных зерен крахмала в составе безамилозной муки, что приводит к повышению их удельной поверхности и атакваемости данного субстрата амилолитическими ферментами в большей мере [12].

Установлено, что увеличение массовой доли МПВ способствует возрастанию газообразующей способности (ГОС) мучных смесей (рис. 2). Так, для смеси с 50 % безамилозной пшеничной муки, количество диоксида углерода, выделившегося за 5 ч брожения, увеличилось на 20 % по сравнению с ХПМ, а для МПВ на 45 %. Такую зависимость можно объяснить высокой сахарообразующей способностью муки из пшеницы вакци и повышенным содержанием в ее составе собственных моно- и дисахаридов [15], являющихся основным энергетическим материалом для дрожжевых клеток, обеспечивающих интенсивность брожения.

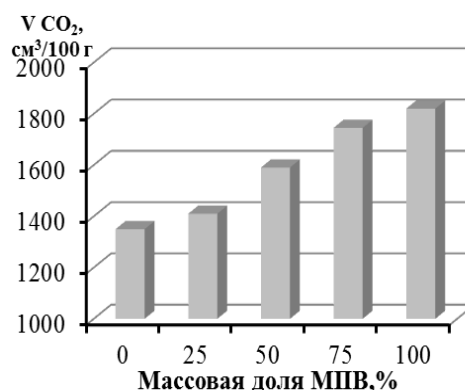


Рис. 2. Газообразующая способность мучных смесей

Значительный интерес вызывает изучение свойств крахмала вакци-пшеницы при взаимодействии его с водой в широком диапазоне температур, так как нагревание водно-мучной суспензии до некоторой критической температуры обуславливает набухание зерен крахмала и их последующий процесс клейстеризации (рис. 3).

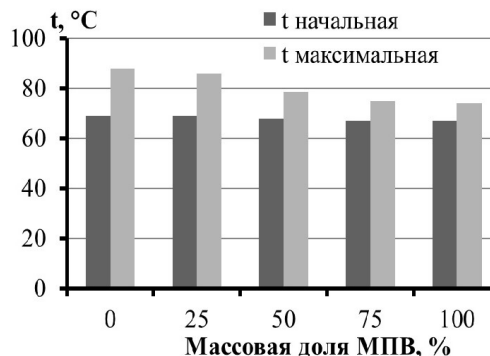


Рис. 3. Температуры клейстеризации водно-мучной суспензии

Изучение данных свойств крахмала имеет огромное значение в технологии МКИ, при производстве

которых происходит глубокое изменение свойств субстрата и скорости ферментативных процессов на начальных этапах выпечки.

Анализ полученных данных показал, что температура начальной и максимальной клейстеризации муки из вакци-пшеницы ниже, чем хлебопекарной. Эта особенность крахмала МПВ, возможно, объясняется практически полным отсутствием в его составе амилозы. Ведь в связи с наличием комплексов между амилозой и липидами муки (жирные кислоты, лизофосфолипиды, моноглицеридами) укрепляется структура крахмальной гранулы, в результате чего процесс клейстеризации крахмала ХПМ происходит медленней и при более высокой температуре [13, 14]. То есть, с уменьшением массовой доли амилозы в мучной смеси за счет внесения МПВ снижается и влияние амилозно-липидных комплексов на процесс набухания и разрушения зерен крахмала при нагреве.

Учитывая существенные различия параметров клейстеризации крахмала ХПМ и МПВ, также было изучено влияние безамилозной пшеничной муки на число падения мучных смесей (рис. 4).

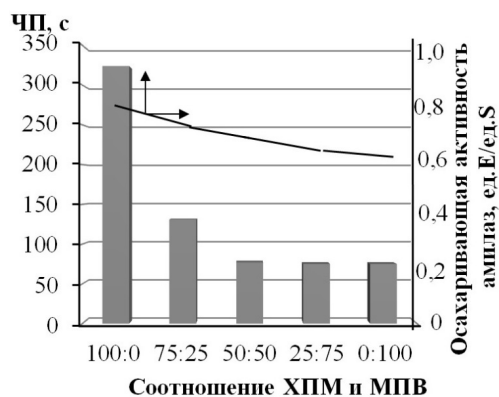


Рис. 4. Зависимость числа падения и активности амилолитических ферментов от массовой доли МПВ в смеси

Установлено, что при увеличении массовой доли безамилозной муки в смеси показатель числа падения и осаживающая способность амилаз не коррелируют между собой. Так, для образцов с 50 и 100 % МПВ число падения уменьшилось на 76,2 % и 77 %, при этом осаживающая активность амилаз тоже снизилась на 19,5 % и 22 % по сравнению с ХПМ. Можно предположить, что увеличение газообразующей способности, а также снижение числа падения смесей при внесении муки из нового вида пшеницы в их состав обусловлено не высокой активностью амилолитических ферментов, а большей податливостью крахмальных зерен МПВ их воздействию и более низкой температурой клейстеризации крахмала пшеницы вакци. Данное предположение подтверждает более низкая осаживающая активность амилаз для муки из пшеницы вакци.

Таким образом, изучение технологических свойств МПВ показало, что данная мука обладает высокой сахаро- и газообразующей способностями, что предполагает целесообразность ее использования в технологии кондитерских изделий из дрожжевого теста. Более низкая температура клейстеризации крахмала вакци-пшеницы будет способствовать большему разрушению его гранул

при выпечке и, как следствие, снижению интенсивности ухудшения потребительских характеристик в процессе хранения для МКИ, склонных к быстрому черствению. Кроме того, крахмал МПВ содержит только амилопектин, который труднее подвергается ретроградации.

Особую нишу на рынке МКИ занимают кексы, которые пользуются популярностью у потребителя вследствие разнообразия рецептур и привлекательных вкусовых качеств. Отличительной особенностью кексов на дрожжах является использование биологического способа разрыхления и двухстадийный процесс тестоприготовления. Высокорецептурный состав, более полная гидратация и ферментативный гидролиз биополимеров муки, благодаря наличию стадии созревания полуфабрикатов [2, 4], обеспечивают высокие органолептические характеристики изделий. При этом формирование высокого качества кексов на дрожжах зависит от интенсивности процесса газообразования при их производстве. В связи с чем, поиск путей стабилизации технологических свойств муки, без внесения синтетических улучшителей и ферментных препаратов, актуален и использование МПВ с высокой газообразующей способностью из вакци-пшеницы является перспективным направлением в решении данного вопроса.

Анализ состава и количественного соотношения рецептурных компонентов различных видов МКИ показал, что, по сравнению с другими группами, меньшим содержанием сахара и жира характеризуются галеты [22]. Поэтому данная продукция является наиболее подходящим объектом для разработки актуальных на сегодняшний день диетических изделий с пониженной сахароемкостью и калорийностью.

Использование безамилозной пшеничной муки, которая характеризуется высокой газообразующей способностью, вероятно, позволит стабилизировать качество галет в случае частичного или полного исключения сахара из рецептуры, т. к. его отсутствие в рецептуре дрожжевых полуфабрикатов приводит к ухудшению качества готовой продукции, что не способствует повышению спроса на данную продукцию.

Пряничные изделия, обладая высокими вкусовыми характеристиками наряду с доступностью для массового покупателя, пользуются традиционной популярностью среди потребителей. Внесение в рецептуру сырцовых и заварных пряников МПВ, учитывая особенности ее крахмала, может способствовать достижению эффективных результатов при решении проблем их быстрого черствения. Это обеспечит соответствие фактического периода сохранения свежести изделий заявленному сроку их хранения без применения минорных ингредиентов синтетической природы и дорогостоящих упаковочных материалов (рис. 5).

При изучении целесообразности использования МПВ в технологии кексов на дрожжах установлено, что ее использование в смеси до 60 % способствует повышению качества готовых изделий (рис. 6).

Так, при замене в рецептуре 40 % хлебопекарной муки на безамилозную пористость кексов возросла на 4 % по сравнению с контролем. Полученные данные, вероятно, связаны с более высоким газообразованием в дрожжевых полуфабрикатах от момента замеса до первых минут выпечки при внесении безамилозной муки по сравнению с образцами на основе ХПМ. Ведь, как известно, газообразные вещества, являясь продуктами

брожения, наряду с парами влаги и спирта, при перемещении к поверхности тестовых заготовок под действием высоких температур в пекарной камере способствуют увеличению их объема и формированию пористой структуры мякиша выпеченных изделий [22].



Рис. 5. Обоснование выбора групп МКИ при использовании муки из пшеницы ваксин

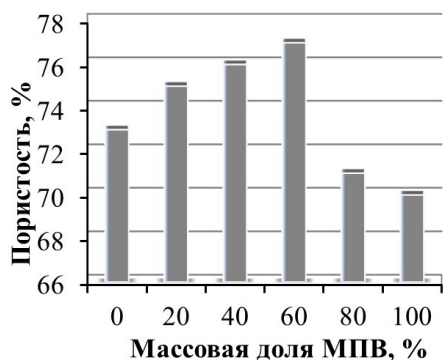


Рис. 6. Влияние МПВ на пористость кексов на дрожжах

Использование муки из ваксин-пшеницы в технологии галет со сниженной сахароемкостью при полной замене сахара на порошок топинамбура (ПТ) или мальтозный сироп (МС) способствовало стабилизации потребительских характеристик данной продукции (рис. 7).

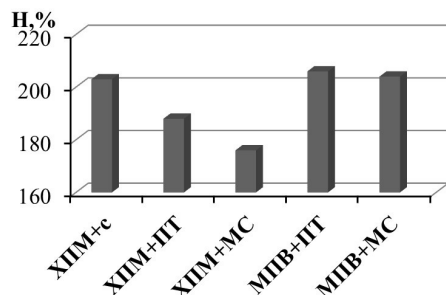


Рис. 7. Намокаемость галет

Так, по сравнению с изделиями со сниженной сахароемкостью на основе ХПМ, намокаемость галет при комплексном использовании МПВ и ПТ увеличилась на 20 %, а для образца с МС – на 22 %. Формирование пористой и хорошо разрыхленной структуры готовых изделий на основе МПВ, вероятно, обусловлено интенсификацией спиртового брожения на всех этапах созревания полуфабрикатов для галет. Также,

улучшение намокаемости галет при использовании безамилозной муки может быть связано с уменьшенным содержанием клейковинообразующих белковых фракций в ее составе [15], что приводит к образованию менее связанной структуры теста, которая легче разрыхляется во время выпечки, что, в свою очередь, также приводит к повышению пористости изделий.

Исследование изменения качества сырцовых и заварных пряников при хранении показало, что использование безамилозной пшеничной муки способствует лучшему сохранению их свежести. Об этом свидетельствуют результаты рентгенофазного анализа мякиша пряников (рис. 8).

Дифрактограмма образца мякиша сырцового пряника на основе МПВ сразу после выпечки характеризуется более высокой степенью разрушения кристаллической структуры крахмала по сравнению с контролем. Полученные результаты, вероятно, связаны с более низкой температурой клейстеризации крахмала ваксин-пшеницы, что и обуславливает в процессе выпечки переход значительной части его зерен из кристаллического состояния в аморфное.

После 25 суток хранения на дифрактограммах пряничных изделий заметны дифракционные максимумы, характерные для кристаллической структуры крахмала. При этом степень кристалличности крахмала образца на основе МПВ составила 15,6 %, а контроля – 18 %. Данная зависимость свидетельствует о меньшей скорости ретроградации крахмальных гранул муки из ваксин-пшеницы.

Также ранее проведенными исследованиями установлено, что для заварных пряников, содержащих МПВ, характерна менее интенсивная потеря их массы и увеличение крошливости изделий [23]. Так, по сравнению с контролем, в конце гарантийного срока хранения потеря массы готовых изделий, в состав которых входило 50 % МПВ, была меньше на 0,9 %, а для пряников на основе безамилозной муки – на 1,6 %. Вероятно, это связано с накоплением в образцах большего количества продуктов деструкции крахмала (декстринов) при приготовлении заварки и выпечке, что обусловлено более низкой температурой клейстеризации крахмала МПВ. Снижение интенсивности повышения крошливости мякиша при хранении пряников, в состав которых входила МПВ, вероятно, можно объяснить замедлением образования воздушных прослоек в мякише пряников 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 амилопектиновой фракции, образующей вязкие и относительно стойкие коллоидные растворы [24]. С учетом того, что самопроизвольное гелеобразование амилозы, происходящее при старении крахмальных дисперсий, протекает намного быстрее, чем амилопектина [25], отсутствие ее в составе крахмала МПВ также способствует более длительному сохранению свежести готовых изделий.

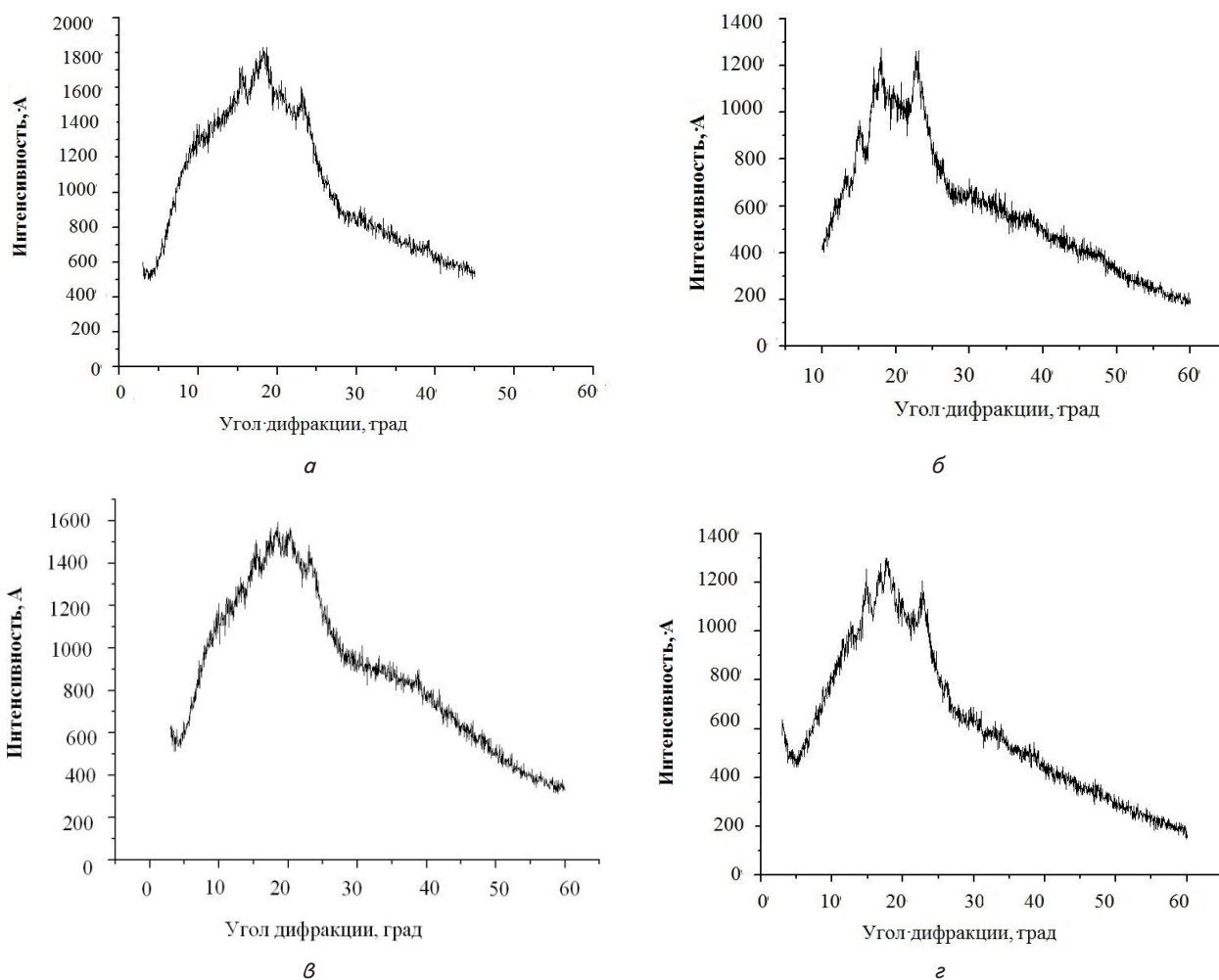


Рис. 8. Дифрактограммы мякиша сырцовых пряников после выпечки:
 а – ХПМ, б – МПВ; после 25 суток хранения: в – ХПМ, г – МПВ

6. Обсуждение результатов определения целесообразности использования муки из вакци-пшеницы при производстве различных групп мучных кондитерских изделий

Анализ особенностей ведения технологического процесса, применяемых способов разрыхления полуфабрикатов, рецептурного состава и полученных экспериментальных данных позволили доказать целесообразность использования МПВ при производстве кондитерских изделий из дрожжевого теста, а также склонных к быстрому черствению пряничных изделий. Изучены основные технологические свойства безамилозной пшеничной муки и ее смесей с хлебопекарной. Установлено, что МПВ характеризуется повышенной газо- и сахарообразующей способностью, более низким числом падения, что обусловлено большей податливостью крахмальных зерен данной муки воздействию амилолитических ферментов и меньшей температурой клейстеризации крахмала по сравнению с ХПМ. Показано, что использование безамилозной пшеничной муки способствует повышению и стабилизации качества кексов на дрожжах и галет со сниженной сахароемкостью. Внесение муки из вакци-пшеницы при производстве пряничных изделий

также сопровождалось снижением интенсивности потери свежести на протяжении всего срока их хранения.

Представленные в дальнейшем результаты исследований будут посвящены разработке технологических решений для усовершенствования технологий рассмотренных групп МКИ с использованием МПВ с учетом особенностей ее свойств.

7. Выводы

В результате проведенных исследований:

1. Определены технологические свойства муки из вакци-пшеницы и ее смесей с хлебопекарной пшеничной мукой. Показано, что газообразующая способность безамилозной пшеничной муки выше на 45 % по сравнению с хлебопекарной, максимальная температура клейстеризации ее крахмала ниже на 14 °С. Установлено уменьшение числа падения муки из вакци-пшеницы и ее смесей в 2,5...4,3 раза по сравнению с контролем.

2. Обоснована целесообразность использования муки из вакци-пшеницы в технологии кондитерских изделий из дрожжевого теста – кексов на дрожжах, галет, а также пряничных изделий.

3. Показано, что пористость кексов на дрожжах при использовании безамилзной муки в смеси до 60 % возросла на 4 % по сравнению с образцом на основе хлебопекарной пшеничной муки. Установлено, что совместное использование муки из вакци-пшеницы и порошка топинамбура или мальтозного сиропа, несмотря на исключение сахара из рецептуры, способствует повышению намокаемости галет на 20 % и 22 % по

сравнению с изделиями со сниженной сахароемкостью на основе ХПМ.

4. Использование муки из вакци-пшеницы в технологии пряничных изделий способствовало улучшению сохраняемости свежести пряничных изделий, о чем свидетельствует снижение степени кристалличности крахмала в мякише сырцовых пряников на 2,4 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Анализ рынка в Украине и в Мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ar-group.kiev.ua>
2. Драгилев, А. И. Основы кондитерского производства [Текст] / А. И. Драгилев, Г. А. Маршалкин. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
3. Manley, D. Technology of biscuits, crackers and cookies [Text] / D. Manley. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2003. – 558 p.
4. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів [Текст] / під ред. Г. М. Лисюк. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. – 464 с.
5. Steele, R. Understanding and measuring the shelf-life of food [Text] / R. Steele. – Woodhead Publishing, 2004. – 448 p.
6. Олейникова, А. Я. Технология кондитерских изделий [Текст] / А. Я. Олейникова, Л. М. Аксенова, Г. О. Магомедов. – Спб.: РАПП, 2010. – 672 с.
7. Технология хлебопечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.russbread.ru>
8. Hlebinfo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hlebinfo.ru>
9. Al-Dmoor, H. Correlation study between volume and overall acceptability of cake with properties of hard wheat flour [Text] / H. Al-Dmoor // American Journal of Agricultural and Biological Science. – 2013. – Vol. 8, Issue 2. – P. 149–155. doi: 10.3844/ajabssp.2013.149.155
10. Жигунов, Д. А. Особенности классификации и целевого использования зерна пшеницы в Украине и зарубежом [Текст] / Д. А. Жигунов // Зернові продукти і комбікорми. – 2011. – № 3. – С. 4–9.
11. Жигунов, Д. А. Анализ качества пшеничной муки целевого назначения [Текст] / Д. А. Жигунов, О. С. Волошенко, И. В. Брославцева // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 3. – С. 41–43.
12. Рибалка, О. І. Якість пшениці та її поліпшення [Текст] / О. І. Рибалка. – К.: Логос, 2011. – 495 с.
13. Wang, S. Molecular order and functional properties of starches from three waxy wheat varieties grown in China [Text] / S. Wang, W. Zhang, C. Li, J. Yu, S. Wang // Food chemistry. – 2015. – Vol. 181. – P. 43–50. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.02.065
14. Zhang, H. Morphological features and physicochemical properties of waxy wheat starch [Text] / H. Zhang, C. Xu, X. Zhou // International Journal of Biological Macromolecules. – 2013. – Vol. 62. – P. 304–309. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2013.09.030
15. Yu, X. R. Comparison of structural development and biochemical accumulation of waxy and non-waxy wheat caryopses [Text] / X. R. Yu, L. Zhou, J. Zhang, H. Yu, D. R. Gao, B. Q. Zhang et. al. // Cereal Research Communications. – 2015. – Vol. 43, Issue 2. – P. 307–317. doi: 10.1556/crc.2014.0038
16. Yi, J. Properties of bread made from frozen dough containing waxy wheat flour [Text] / J. Yi, J. W. Johnson, W. L. Kerr // Journal of Cereal Science. – 2009. – Vol. 50, Issue 3. – P. 364–369. doi: 10.1016/j.jcs.2009.07.002
17. Choi, I. Substituting Normal and Waxy-Type Whole Wheat Flour on Dough and Baking Properties [Text] / I. Choi, C.-S. Kang, Y.-K. Cheong, J.-N. Hyun, K.-J. Kim // Preventive nutrition and food science. – 2012. – Vol. 17, Issue 3. – P. 197–202. doi: 10.3746/pnf.2012.17.3.197
18. Huang, Y.-C. Noodle quality affected by different cereal starches [Text] / Y.-C. Huang, H.-M. Lai // Journal of food engineering. – 2010. – Vol. 97, Issue 2. – P. 135–143. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.10.002
19. Acosta, K. Sensory and physical properties of muffins made with waxy whole wheat flour [Text] / K. Acosta, G. Cavender, W. L. Kerr // Journal of Food Quality. – 2011. – Vol. 34, Issue 5. – P. 343–351. doi: 10.1111/j.1745-4557.2011.00401.x
20. Лебедеко, Т. Є. Технологія хлібопекарського виробництва. Практикум [Текст] / Т. Є. Лебедеко, Г. Ф. Пшенишнюк, Н. Ю. Соколова – О.: Освіта України, 2014. – 392 с.
21. Юргачова, К. Г. Технологія кондитерського виробництва. Практикум: навч. посібник [Текст] / К. Г. Юргачова, О. В. Макарова, Л. В. Гордієнко, Г. В. Коркач; за ред. К. Г. Юргачової. – Одеса: ОНАХТ, 2011. – 208 с.
22. Рецептури на печиво та галети [Текст]. – ВАТ «Спектр», 2002. – 565 с.
23. Иоргачева, Е. Г. Заварные пряники с использованием безамилзной муки [Текст] / Е. Г. Иоргачева и др. // Зернові продукти і комбікорми. – 2013. – № 3. – С. 23–27.
24. Дробот, В. І. Технологія хлібопекарського виробництва [Текст] / В. І. Дробот. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.
25. McKenna, B. Texture in food. Semi-solid foods [Text] / B. McKenna. – Woodhead Publishing, 2003. – 448 p.