

## ВЛИЯНИЕ НЕХЛЕБОПЕКАРНЫХ ВИДОВ МУКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Иоргачева Е.Г., д-р техн. наук, профессор, Макарова О.В., канд. техн. наук, доцент,  
Котузаки Е.Н., канд. техн. наук, ассистент  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*В данной статье приведены результаты исследований влияния нехлебопекарных видов муки на динамику изменений качественных характеристик выпеченных бисквитов при хранении – крошливость, гидрофильность, структуру мякиша. Показано, что внесение в рецептуру бисквитов данных видов муки способствует более длительному сохранению первоначальных свойств выпеченных полуфабрикатов.*

*In this article results of researches on influence non-traditional types of flour to the dynamics of changes of qualitative characteristics of baked biscuits with time – crosscontact, hydrophilicity, the structure of the crumb. It is shown that the introduction of recipes of biscuits data types of flour promotes longer preservation of original properties unbaked products.*

Ключевые слова: нехлебопекарные виды муки, бисквитные полуфабрикаты, крошливость, дифрактограммы, гидрофильность.

Свежесть мучных кондитерских изделий является важным параметром при оценке потребителем их качества. Производители уделяют пристальное внимание этому критерию, так как, стремясь улучшить качество выпускаемой продукции, они должны обеспечить сохранение свежести в течение всего периода реализации продукции, включающий в себя этапы транспортировки и хранения. Задача усложняется тем фактом, что многие мучные кондитерские изделия черствеют достаточно быстро. В связи с этим продление свежести мучной продукции не теряет своего значения, напротив, становится еще более важным в последнее время. Решение данной проблемы достигается благодаря новым технологиям, рецептурам, в состав которых входят улучшители, консерванты, пищевые добавки различного механизма действия, а также упаковочным материалам с различными характеристиками и функциональными свойствами.

Исследованию сохраняемости мучных изделий посвящены ряд работ отечественных и зарубежных ученых. Установлено, что использование муки пшеницы вакси, особенностью которой является отсутствие в составе ее крахмала амилозы, способствует замедлению потери влаги, менее интенсивному изменению крошливости и гидрофильных свойств мякиша сырцовых пряников, сохранению более мягкой консистенции исследуемых образцов на протяжении всего срока хранения. Это обусловлено снижением скорости ретроградации амилопектина по сравнению с амилозой и более высокими гидрофильными свойствами данного вида муки [1]. Для замедления процессов черствения мучной кондитерской продукции в тесто добавляют белковые обогатители – продукты переработки сои, нута, чечевицы, люпина [2-4]. Изучено влияние фруктовых и овощных порошков на изменение свойств кексов при хранении, показатели их безопасности и установлено снижение скорости черствения и окисления жиров в этих изделиях в процессе хранения, что продлевает срок их годности с 7 до 10 суток [5]. Актуальным является использование при производстве мучных изделий влагоудерживающих пищевых добавок (глицерин, эмульгаторы, сорбитол, модифицированные крахмалы), что способствует удержанию влаги в готовом продукте, замедляя процесс высыхания и черствения, сохраняет мягкость и свежесть текстуры, продлевает срок хранения готовых изделий [6, 7]. Компанией Puratos предложено использование комплексного улучшителя свежести – добавки Акти-Фреш, предназначенной для упакованных мучных кондитерских изделий, в первую очередь, различных видов кексов и пряников. Действие улучшителя основано на новейшей технологии их получения – комбинации активных ингредиентов (ферментов и эмульгаторов) [8].

В связи с этим разработка комплексных решений сохранения свежести и качества мучных изделий на протяжении гарантированных сроков хранения является актуальной и имеет научное и практическое значение.

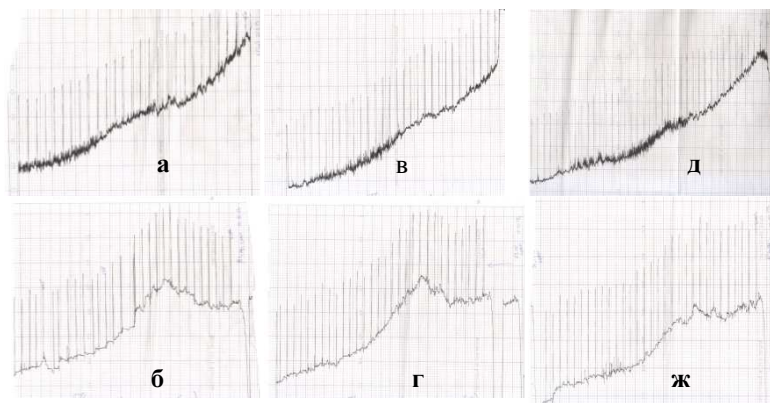
В результате проведенных ранее исследований [9] был разработан ассортимент бисквитных полуфабрикатов на основе нехлебопекарных видов муки, что позволило не только разнообразить их вкусовые характеристики, но и комплиментарно воздействовать на химический состав – повысить качество белка за счёт увеличения содержания незаменимых аминокислот (мука из продуктов переработки гречки, проса), обогатить изделия пищевыми волокнами (мука из продуктов переработки овса, ячменя), витаминами (кукурузная и просяная мука), минеральными веществами (мука из продуктов переработки овса, гречки)

и, как следствие, повысить пищевую ценность готовых изделий. Поэтому целью представленной работы является изучение влияния нехлебопекарных видов муки на изменение качественных характеристик выпеченных бисквитов при хранении: микроструктуру и гидрофильные свойства мякиша, его крошливость.

В качестве сырья для новых видов бисквитных полуфабрикатов при частичной или полной замене пшеничной муки высшего сорта (ПМ) использовали нехлебопекарные виды муки: овсяную (ОМ), просяную (ПрМ), рисовую (РМ), кукурузную (КМ), гречневую (ГМ), из гречневой крупы термически необработанной (ГК ТНО), из гречевого продела (Гпр) – побочного продукта при получении ядрицы быстро-разваривающейся, а также муку из побочных продуктов крупяного производства – измельченной крошки, отсеянной при приготовлении хлопьев: гречневых (ГХМ), ячменных (ЯХМ), рисовых (РХМ), просяных (ПрХМ) и овсяных (ОХМ). Использование муки из продуктов переработки гречки после влаготермической обработки сопровождалось затемнением мякиша бисквита, поэтому данные виды муки использовали в масляных бисквитах с какао-порошком, а для приготовления полуфабрикатов с другими видами муки в качестве контрольного образца был выбран бисквит основной. Выпеченные бисквитные полуфабрикаты хранили 10 дней при температуре  $18 \pm 3$  °C и относительной влажности воздуха  $75 \pm 3$  %.

Черствение мучных изделий происходит в результате протекания сложных и еще полностью не изученных физико-химических процессов. Структура мякиша свежего бисквитного полуфабриката характеризуется наличием пор, ограниченных межпоровыми стенками, составляющими губчатый остов, внутри которого вкраплены набухшие, частично клейстеризованные зерна крахмала, вплотную прилегающие всей своей поверхностью к массе коагулированного белка. Лишь отдельные немногочисленные зерна крахмала непосредственно соприкасаются друг с другом. По мере хранения выпеченного бисквита в его мякише происходит ретроградация крахмала, т. е. частичный обратный переход его из аморфного в кристаллическое состояние, приближающееся к тому, в котором крахмал был в тесте до выпечки [10, 11].

О структурных изменениях бисквитных полуфабрикатов в процессе хранения судили по результатам рентгенофазового анализа мякишей свежих бисквитных полуфабрикатов и после 10 дней хранения контрольного образца и образцов бисквитов с использованием муки из продуктов переработки проса.



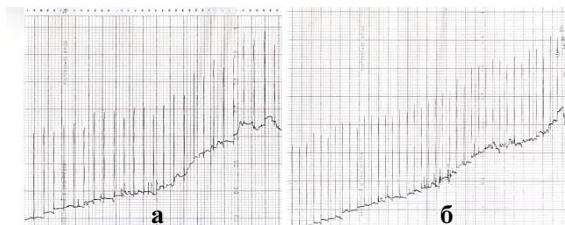
**Рис. 1 – Дифрактограммы мякишей бисквитов после выпечки: а – контрольный образец, в – на ПрМ, д – на ПрХМ; после 10 дней хранения: б – контрольный образец, г – на ПрМ, ж – на ПрХМ**

Дифрактограммы мякишей свежих бисквитных полуфабрикатов (рис. 1 а, в, д) свидетельствуют о полной аморфизации структуры во всех образцах. Это обусловлено разрушением нативной структуры крахмального зерна при выпечке в результате его набухания и клейстеризации, сопровождаемое гидролизом крахмала, что объясняет наличие аморфной составляющей в структуре выпеченного полуфабриката.

Анализ дифрактограмм мякишей бисквитных полуфабрикатов после хранения (рис. 1 б, г, ж) свидетельствует о появлении кристаллической структуры, что подтверждается наличием четких рефлексов на фоне аморфного гало.

При сравнении данных рентгенограмм, дифракционные максимумы которых проявляются при углах поворота  $17^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $22^\circ$ , с рентгенограммой сахара-песка –  $13^\circ$ ,  $19^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $37^\circ$ ,  $40^\circ$  [12], можно отметить их несовпадение. Это даёт возможность предположить, что причиной возникновения пиков на дифрактограммах мякиша бисквитных полуфабрикатов после хранения является ретроградация крахмала, а не кристаллизация сахарозы. Следует отметить, что дифракционные максимумы мякиша бисквитного полуфабриката на основе ПрХМ после 10 дней хранения (рис. 1 ж) более «размыты» не только по сравнению с контрольным образцом (рис. 1 б), но и с мякишем бисквитного полуфабриката на основе ПрМ (рис. 1 г). Кроме того, степень кристалличности крахмала данного образца составляет 19 %, тогда как у контрольного и образца на основе ПрМ – 22 % и 20 % соответственно. Возможно, это объясняется тем, что крахмальные гранулы муки, полученной из крошки хлопьев, из-за их более длительной влаготермической обработки и в результате механического воздействия (плющения) повреждены в большей степени, отличаются более высокой степенью клейстеризации, меньшей скоростью ретроградации крахмальных гранул [13], так как разрушенным молекулам тяжелее объединиться и образовать кристаллическую фазу.

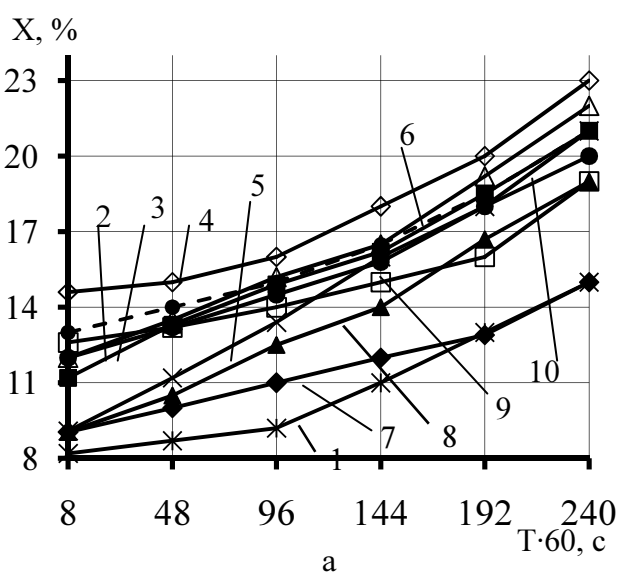
На основе изучения технологических свойств нехлебопекарных видов муки, их влияния на реологические характеристики бисквитного теста, текстуру и качество готовых изделий, учитывая химический состав, цвет различных видов муки, была разработана и оптимизирована рецептура безглютенового бисквитного полуфабриката на основе композитной смеси, которая состоит из 60 % муки из крошки просыяных хлопьев, 30 % кукурузной муки и 10 % рисовой муки с заменой картофельного крахмала на модифицированный. Замена картофельного крахмала модифицированным, помимо регулирования качества бисквитов [14], способствует более длительному сохранению первоначальных свойств выпеченных полуфабрикатов. Так, дифракционные максимумы для мякиша бисквитного полуфабриката на основе безглютеновой смеси ПрХМ:КМ:РМ с использованием картофельного крахмала наблюдались при углах дифракции 18° и 20°, а с использованием модифицированного крахмала – 11° и 20° (рис. 2).



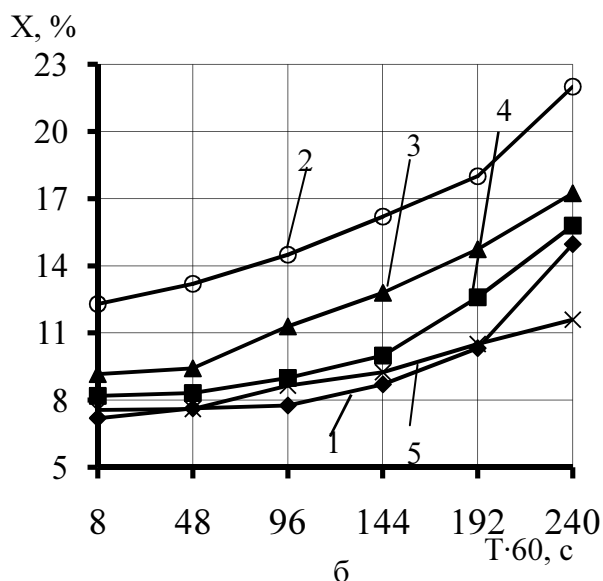
**Рис. 2 – Дифрактограммы мякишей бисквитов на основе ПрХМ:КМ:РМ после 15 дней хранения: а – с использованием картофельного крахмала, б – с использованием модифицированного крахмала**

Форма и интенсивность этих рефлексов, а также межплоскостные расстояния разные, что возможно объясняется изменениями, которые произошли в крахмальном зерне при его модификации. После хранения у образца, который содержит модифицированный крахмал (рис. 2 б), отсутствуют четкие пики дифрактограмм, что свидетельствует о более аморфном состоянии его структуры по сравнению с образцом, содержащим картофельный крахмал. Это, вероятно, связано со способностью данных видов модифицированных крахмалов образовывать прочные пленки и стойкие при хранении клейстеры [14].

Увеличение крошливости мякиша бисквитного полуфабриката при хранении (рис. 3) обусловлено уплотнением структуры крахмала и уменьшением объема крахмальных зерен, что приводит к появлению пространства между белком и крахмалом.



1 – контрольный образец, 2 – РХМ, 3 – РМ, 4 – КМ, 5 – ОХМ, 6 – ПрХМ, 7 – ЯХМ, 8 – ОМ, 9 – ПрМ, 10 – ПрХМ:КМ:РМ



1 – контрольный образец, 2 – ГК ТНО, 3 – ГХМ, 4 – Гпр, 5 – ГМ

**Рис. 3 – Изменение крошливости бисквитов при хранении: а) основного, б) масляного**

При хранении крахмального геля в нём увеличивается содержание свободной воды, которая связывается белком, в результате чего он ренатурирует [15]. То есть, система компонентов «белок–вода» с течением времени имеет тенденцию к связыванию влаги, так как с денатурированным во время выпечки белком при его хранении происходят обратные явления. Агрегация амилозы и амилопектина, которая происходит при старении крахмального геля, может быть замедлена образованием комплексов крахмальных полисахаридов с белками. Так, крахмальные гранулы ЯХМ расположены свободно и не окру-

жены белковой матрицей, что не способствует образованию таких комплексов [16]. Но в тоже время это обуславливает большую доступность для воды и тепла крупных крахмальных зерен, которые клейстеризуются при более низкой температуре, что снижает склонность крахмала ЯХМ к потере влаги, ретроградации, и, как следствие, приводит к небольшой крошливости и менее интенсивному её увеличению при хранении бисквитных полуфабрикатов с использованием этого вида муки (на 6,0 %). Небольшие значения крошливости у бисквитных полуфабрикатов на пшеничной муке – 6,8 %, вероятно, объясняются наличием в ней клейковинных белков. Определенное влияние на изменения крахмальных гелей при хранении оказывают и пентозаны муки. Часть пентозанов муки способна легко набухать и растворяться в воде, образуя очень вязкий слизиобразный раствор. Считается, что водорастворимые пентозаны замедляют скорость ретроградации в основном амилопектиновой фракции крахмала, а водонерастворимые – и амилозы, и амилопектина [17]. При внесении ОМ, ОХМ, ЯХМ, в состав которых входят природные гидроколлоиды (клетчатка, пентозаны), препятствующие выделению воды из набухших зерен крахмала и образованию межмолекулярных водородных связей путем обволакивания молекул крахмала, снижается склонность крахмала к ретроградации, чем, вероятно, и объясняются небольшие изменения крошливости данных бисквитных полуфабрикатов при хранении – 11,9 %, 9,9 % и 6,0 % соответственно. Изменения крошливости для бисквитного полуфабриката на основе безглютеновой композитной смеси ПрХМ:КМ:РМ были меньше, чем у бисквитных полуфабрикатов на КМ и РМ – 8,0 % и 8,4 %, 9,8 % соответственно. Это, вероятно, обусловлено большим количеством в композитной смеси муки из крошки просяных хлопьев (60 %), которая, в результате предварительной обработки, содержит большое количество низкомолекулярных продуктов гидролиза крахмала, ретроградация которых затруднена.

Небольшая крошливость бисквитных полуфабрикатов с использованием ГМ – 4,0 % (рис. 3 б) по сравнению с другими видами муки из продуктов переработки гречки, возможно, обусловлена присутствием в ней большего количества растворимых и нерастворимых пентозанов [15], обволакивающих амилозу и амилопектин, тем самым замедляя ретроградацию крахмала. У крахмала муки, полученного из зерна гречихи, прошедшей влаготермическую обработку, большее количество разрушенных в результате воздействия пара гранул, что приводит к набуханию гранул крахмала и заканчивается их деструкцией. Чем мельче зерна крахмала муки, тем больше их удельная поверхность и тем больше воды они способны адсорбционно связать [18]. Вероятно, это обуславливает меньшую потерю влаги и, как следствие, крошливость при хранении бисквитных полуфабрикатов при добавлении в них муки из зерна гречихи, прошедшей влаготермическую обработку, и более интенсивное изменение крошливости полуфабрикатов при использовании муки из непропаренной гречки (ГК ТНО) – на 9,7 %.

При черствении снижается способность мякиша к набуханию и поглощению воды, а также способность коллоидов мякиша переходить в водный раствор. При этом уменьшается общее количество водорастворимых веществ и растворимость в воде крахмала мякиша. Изменение гидрофильных свойств мякиша при черствении (рис. 4, 5), которое определяли по количеству поглощённой им воды, объясняется упорядочением и уплотнением структуры крахмала, в результате чего уменьшается внутренняя энергия системы, расходуемая частично на кристаллизацию [10].

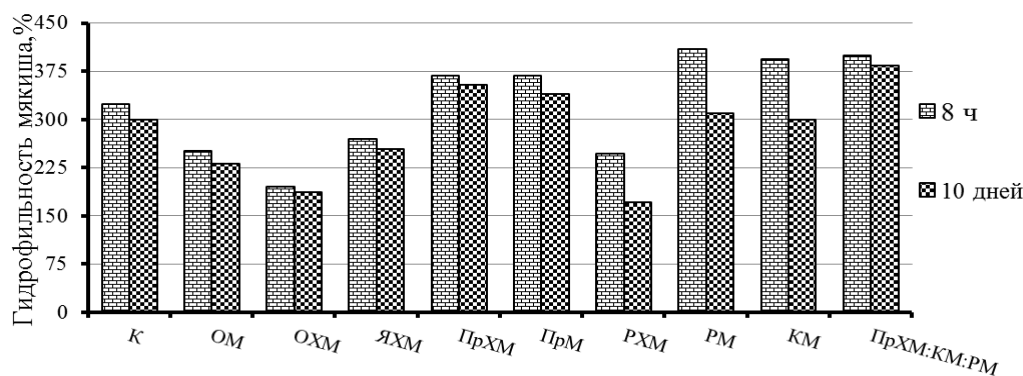


Рис. 4 – Гидрофильность мякиша бисквитного полуфабриката основного при хранении

Высокая гидрофильность мякиша контрольного образца на пшеничной муке и небольшие её изменения после 10 дней хранения (25 %), вероятно, обусловлена наличием клейковины в данном виде муки, что способствует более прочному связыванию влаги в мякише и меньшему ее перераспределению в процессе хранения. Для бисквитных полуфабрикатов на ОМ, ОХМ, ЯХМ изменение данного показателя, по

сравнению с бисквитами на других видах муки, происходило менее интенсивно. Это, вероятно, связано с наличием в данных видах муки большого количества слизистых веществ (пентозанов), клетчатки, что обуславливает замедление уплотнения высокомолекулярных соединений и снижения гидрофильных свойств мякиша данных бисквитов в процессе хранения. Незначительное снижение гидрофильных свойств мякиша бисквитного полуфабриката на основе безглютеновой композитной смеси ПрХМ:КМ:РМ после хранения (на 15 %), возможно, связано с тем, что в состав этого бисквита входит модифицированный крахмал. Данный вид крахмала относится к ацелированным «сшитым», при получении которого происходит сшивание поперечных молекул крахмала между собой в результате взаимодействия гидроксильных групп, что вызывает укрепление трехмерной сетки структуры и приводит к образованию растворов, отличающихся повышенной устойчивостью к ретроградации и стабильностью [14].

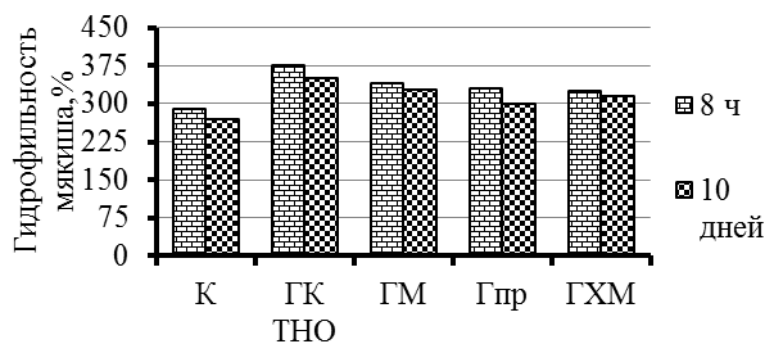


Рис 5 – Гидрофильность мякиша масляного бисквитного полуфабриката при хранении

Снижение гидрофильных свойств в процессе хранения бисквитных полуфабрикатов при внесении муки из измельченной крошки, отсеянной при приготовлении хлопьев было ниже, чем у образцов с одноименными видами муки. Так, снижение гидрофильных свойств у бисквитных полуфабрикатов при внесении ОХМ составило 9 %, ОМ – 20 %, ПрХМ и ПрМ – 15 % и 28 %, РХМ и РМ – в 1,4 раза и 1,3 раза соответственно, ГК ТНО, ГМ и ГХМ – 26 %, 15 %, 10 % соответственно. Возможно, это связано с тем, что при получении хлопьев происходит более полная клейстеризация крахмала, а при углублении степени клейстеризации между отдельными крахмальными цепочками возникают новые мицеллы, объединяющие несколько крахмальных зерен, и образующийся гель получает значительную прочность, что затрудняет упорядоченность его структуры при хранении [16].

#### Выводы

Таким образом, использование нехлебопекарных видов муки при производстве бисквитных полуфабрикатов позволит не только разнообразить их вкусовые свойства, повысить пищевую ценность, расширить ассортимент мучных изделий, но и, благодаря особенностям их химического состава, содержанию растворимых и нерастворимых некрахмальных полисахаридов, использованию модифицированных крахмалов, снизить интенсивность черствения данной группы изделий, продлить сроки сохранения свежести и, как следствие, повысить их конкурентоспособность.

#### Литература

1. Иоргачева, Е.Г. Стабилизация качества сырьевых пряников при хранении [Текст] / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, К.В. Хвостенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №. 2/12 (68), – С. 138–142.
2. Калашникова, С.В. Нут – перспективное сырье в кондитерском производстве [Текст] / С.В. Калашникова, Т.Н. Тертычная // Изв. вузов. Пищ. технол. – 2005. – № 2–3. – С. 110.
3. Изтаев, А.И. Использование продуктов переработки зернобобовых культур в производстве мучных кондитерских изделий [Текст] / А.И. Изтаев, Г.К. Исакова, Б.Ж. Мулдабекова, М.П. Байысбаева, О. Перфилова // Пищ. и перераб. пром-сть Казахстана. – 2004. – № 1. – С. 6–8.
4. Yadav, Ririka B. Effect of incorporation of plantain and chickpea flours on the quality characteristics of biscuits [Text] / Yadav Ririka B., Yadav Balject S., Dhull Nisha. J. // Food Sct. and Technol – 2012. 49, № 2. – P. 207–213.
5. Перфилова, О.В. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий [Текст] / О.В. Перфилова // Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.18.01 / Мичуринск. гос. аграрн. ун. – М., 2009. – 26 с.
6. Интернет ресурс. – [Электронный ресурс] <http://www//neos-ingredients.ru>.

7. Галицкая, Е.Л. Формирование потребительских свойств и исследование качества бисквитных изделий длительного срока хранения [Текст] / Е.Л. Галицкая // Автореф. дис. канд. техн. наук: СПб. торгово-экономический ин-т, – 2003. – 16 с.
8. Интернет ресурс. – [Электронный ресурс] <http://www.puratos-acti-fresh.com>.
9. Иоргачева, Е.Г. Пищевая ценность бисквитных полуфабрикатов на основе нехлебопекарных видов муки [Текст] / Е.Г. Иоргачева, Н.К. Черно, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 1 (26). – С. 38–43.
10. Пучкова, Л.И. Технология хлеба [Текст] / Л.И. Пучкова, Р.Д. Поландова, И.В. Матвеева. – СПб.: Гипорд, 2005. – 557 с.
11. Матц, С.А. Структура и консистенция пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 237 с.
12. Дорохович, А.М. Особливості структури сирцевого та заварного пряників [Текст] / А.М. Дорохович, І.В. Любавіна, В.Б. Любарський // Зб. наук. пр. ОНАХТ. – 2003, – Вип. 21, Т. 1, – С. 235–238.
13. Иоргачева, Е.Г. Изменение показателей качества бисквитных полуфабрикатов на основе мучных композитных смесей при хранении [Текст] / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки // Харч. наука і технологія. – 2010. – № 1 (10). – С. 69–72.
14. Иоргачева, Е.Г. Регулирование качества бисквитных полуфабрикатов из нехлебопекарных видов муки [Текст] / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки // Наук. пр. ОНАХТ. – 2012. – Вип. 42, Т. 1. – С. 114–117.
15. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки [Текст] / Н.П. Козьмина – М.: Колос, 1976. – 335 с.
16. Бачурская, Л.Д. Пищевые концентраты [Текст] / Л.Д. Бачурская, В.Н. Гуляев. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 335 с.
17. Дробот, В.І. Технологія хлібопекарського виробництва [Текст] / В.І. Дробот. – К.: «Логос», 2002. – 365 с.
18. Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий [Текст] / А.В. Зубченко // Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 389 с.

УДК 664.682.022.3 – 027.38: [631.577 : 635.21]

## ВЛИЯНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВО ПОЛУФАБРИКАТОВ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Коркач А.В., канд. техн. наук, доцент, Боровик И.А., магистрант, Кушнир Ю.Р., студент  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*В работе показана возможность применения добавок, полученных из топинамбура, обладающих пребиотическими свойствами, в технологии сахарного печенья и влияние данных добавок на качество полуфабрикатов.*

*This paper shows the possibility of using additives derived from artichoke having prebiotic properties, sugar cookie technology and the effects of these additives on the quality of semi-finished products.*

Ключевые слова: пищевые волокна, пребиотики, клейковина муки, эмульсия, стойкость эмульсии, тесто, вязкость, сахарное печенье.

Сегодня функциональные пищевые продукты вошли в число самых популярных объектов инновационных разработок во всем мире. Пищевая технология значительно продвинулась в обогащении продуктов питания необходимыми микронутриентами – витаминами, минеральными веществами, физиологически функциональными ингредиентами – пищевыми волокнами, пробиотиками, аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами.

Методология разработки функциональных пищевых продуктов связана с выбором сочетаний и видов ингредиентов, которые обеспечивают максимальную эффективность этих веществ с учетом их химической стабильности в процессе производства и хранения продукта, потенциального взаимодействия ингредиентов между собой и с другими составляющими продукта, способов и стадий их внесения в пищевую систему. В этой связи мучные кондитерские изделия, представляющие собой группу разнообразных высококалорийных продуктов с низкой влажностью и значительным содержанием сахара и жира, кото-