

**ИОРГАЧЕВА Е.Г., д-р техн. наук, профессор, МАКАРОВА О.В., канд. техн. наук, доцент,
КОТУЗАКИ Е.Н. ассистент**

Одесская национальная академия пищевых технологий

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ МУЧНЫХ КОМПЗИТНЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ХРАНЕНИИ

В данной статье приведены результаты исследований изменения физико-химических, структурно-механических и органолептических показателей бисквитных полуфабрикатов на основе мучных композитных смесей при хранении, проведен анализ полученных закономерностей и определены тенденции влияния различных нехлебопекарных видов муки на динамику изменений качественных характеристик выпеченных бисквитов с течением времени.

Ключевые слова: бисквитный полуфабрикат, мучные композитные смеси, нехлебопекарные виды муки, влажность, пористость, степень пенетрации, относительная упругость, органолептические показатели.

This article gives the results of studies of change in the physico-chemical, structural and mechanical and organoleptic indices of sponge cake semifinished products on the basis of meal composite mixtures during the storage, is carried out the analysis of the obtained regularities and established tendencies of the influence of different non-traditional forms of flour on the dynamics of changes in the qualitative characteristics of the baked sponge cakes in the course of time.

Keywords: sponge cake semifinished products, composite flour mixture, non-traditional forms of flour, moisture content, sponginess, degree of penetration, the relative elasticity, organoleptic characteristics.

Сохранение качества выпускаемой продукции и установление сроков годности изделий – важная задача, которая стоит перед технологами. Срок годности пищевых продуктов определяются двумя комплексами показателей качества: неизменными в течение всего срока хранения – вкус, аромат, консистенция продукта, влажность, содержание в продукте жиров, белков, углеводов и т.д., и изменяющимися в процессе хранения – перекисные и кислотные числа жировой фракции продуктов, определяющие качественные характеристики жиров, и содержание микроорганизмов в продукте. Когда тот или иной показатель достигает предельного значения, срок годности продукта заканчивается, и он становится непригодным к употреблению в пищу, то есть теряет свою потребительскую стоимость [1].

Отличительной особенностью тортов, пирожных, рулетов на основе бисквитных полуфабрикатов, является относительно высокое, по сравнению с другими мучными кондитерскими изделиями, содержание влаги. Поэтому данная продукция имеет наименьшую стойкость при хранении – в бисквитных изделиях протекает ряд сложных процессов, которые оказывают влияние на органолептические, физико-химические, микробиологические показатели их качества. Сохраняемость бисквитной продукции, как сложных изделий, зависит от комплекса изменений качественных показателей с течением времени как отделочных полуфабрикатов, которые применяют для украшения и прослойки выпеченных полуфабрикатов, так и бисквитных полуфабрикатов. В зависимости от вида начинки и отделочного полуфабриката бисквитные изделия могут подвергаться микробиологической и окислительной порче, а сам бисквитный полуфабрикат (БП) – черствению. Но при установлении сроков хранения бисквитных изделий определяющими являются сроки годности отделочных полуфабрика-

тов, как наиболее подвергающихся порче. Однако, в настоящее время вырабатываются пирожные и торты с меньшим количеством крема, который заменяют на фруктово-ягодные полуфабрикаты. Кроме того, разработано большое количество отделочных полуфабрикатов и начинок длительного срока хранения, поэтому проблема сохранения свежести выпеченного БП остается актуальной.

Интенсивность изменения показателей качества выпеченных БП в процессе хранения зависит от соблюдения технологических параметров их производства, вида и соотношения рецептурных компонентов и т.д. Введение новых сырьевых ингредиентов в рецептуру БП при разработке новых видов изделий, как правило, сопровождается изменением не только качественных характеристик выпеченных полуфабрикатов, но и динамикой изменений данных показателей при хранении.

Исследованию сохраняемости новых видов БП функционального назначения посвящены ряд работ отечественных и зарубежных ученых. Было установлено, что внесение в рецептуру БП измельченного топинамбура, ксампана и фруктозы при производстве БП для диетического питания позволяет увеличить срок хранения изделий за счет способности удерживать этими видами добавок большого количества связанной воды [2]. Использование муки белого ячменного солода в рецептурах мучных кондитерских изделий с пониженным содержанием сахара приводит к снижению энергетической ценности мучных кулинарных и кондитерских изделий, а также замедляет их черствение [3]. Также было выявлено, что внесение в рецептуру БП соевых продуктов наряду с улучшением аминокислотного состава изделий способствует увеличению сроков его хранения [4].

В результате проведенных ранее исследований [5,6] нами были разработаны рецептуры и технологические инструкции производства БП функционального назначения на основе мучных композитных смесей. Для установления тенденций изменения качественных показателей новых видов БП при хранении необходимо было провести ряд исследований.

Поэтому целью представленной работы является изучение влияния нехлебопекарных видов муки, используемых для производства БП, на изменение физико-химических, структурно-механических и органолептических показателей выпеченных полуфабрикатов при хранении. Контрольным образцом был выбран бисквит «Основной». В качестве компонентов мучной смеси использовались – овсяная мука (ОМ), мука из крошки овсяных хлопьев (ОХМ), мука из крошки ячменных хлопьев (ЯХМ), просяная мука (ПМ), мука из крошки просяных хлопьев (ПХМ), рисовая (РМ) и кукурузная мука (КМ).

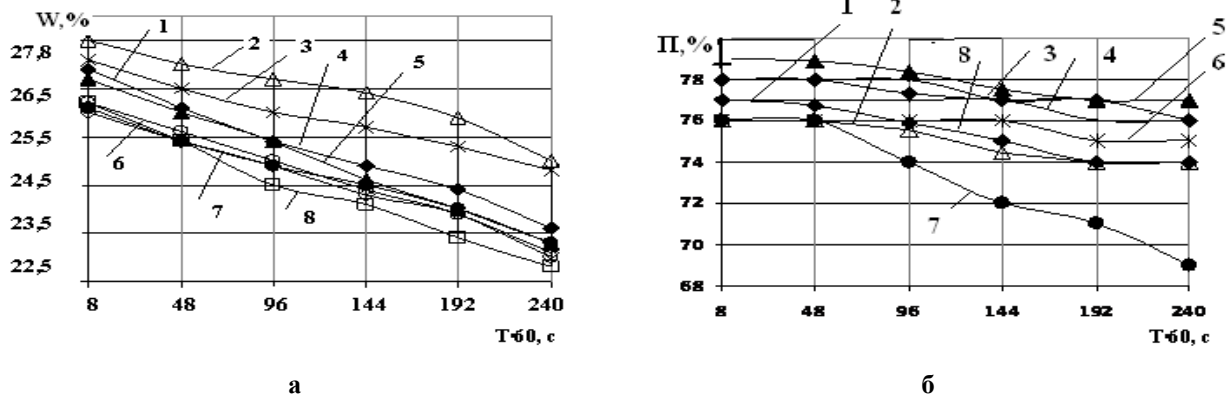


Рис.1. Изменение влажности (а) и пористости (б) БП на основе мучных композитных смесей при хранении: 1-контрольный образец; на основе смеси с: 2 – ОМ, 3 – ОХМ, 4 – ЯХМ, 5 – ПМ, 6 – ПХМ, 7 – РМ, 8 – КМ

Выпеченные БП хранили 10 дней в полиэтиленовой пленке при температуре $18 \pm 3^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $75 \pm 3\%$, в течение которых проводили оценку изделий по основным качественным показателям. Исследования проводили для образцов с заменой 25, 50, 75 и 100 % пшеничной муки на хлебопекарные виды. Так как тенденция изменения изучаемых показателей при хранении для одноименных видов муки сохранялась, в данной работе приведены зависимости при массовой доле нетрадиционных видов муки в рецептурах БП 50 % от массы мучных смесей.

Одним из характерных изменений, протекающих в БП при хранении, является снижение влажности. Для уплотнения мякиша, согласно технологии, выпеченный БП перед дальнейшей обработкой охлаждают в течение 20...30 мин и выстаивают 8...10 часов при естественной вентиляции. При этом особенно интенсивное испарение влаги происходит при охлаждении БП, так как в начальном периоде этого процесса имеет место градиент температуры, способствующий перемещению влаги от центра мякиша к поверхности изделия. Относительно небольшие потери или перемещение влаги могут привести к значительному уплотнению структуры продукта.

При дальнейшем снижении температуры и хранении изделия слой мякиша, смежный с корочкой, теряет влагу значительно быстрее, чем центральная его часть. Длительное хранение изделия в течение нескольких суток может привести к значительной потере влаги и, как следствие, к нежелательным изменениям консистенции [7, 8].

Исследование изменения влажности показало, что наибольшие потери влаги были у образцов с добавлением КМ и ПМ, так потери влаги за 10 суток хранения составили: контроль – 3,3 %; ОМ – 2,5 %; ОХМ – 2,3 %; ЯХМ – 2,9 %; ПХМ – 3,2 %; ПМ – 3,4 %; РМ – 2,6 %; КМ – 3,4 % (рис.1, а).

Наиболее стойкими к усыханию оказались образцы из ОХМ, ОМ. Это, возможно, связано с хорошей влагоудерживающей способностью муки из продуктов переработки овса, а именно с большим количеством в её составе клетчатки, β -глюкана, способных поглощать и удерживать большое количество воды.

Наличием большого количества слизистых веществ (пентозанов, азотистых веществ, зольных элементов), обладающих высокой гидрофильной способ-

ностью, обусловлена и влагоудерживающая способность ЯХМ.

Потери влаги у выпеченных БП с использованием муки из крошки хлопьев (ОХМ и ПХМ) меньше потерь влаги не только по сравнению с контрольным образцом, но и ниже, чем у образцов, полученных из одноименных видов муки. Это, вероятно, объясняется отличием параметров влаготермической обработки при получении крупы и хлопьев, что обуславливает различную степень изменений коллоидно-химических свойств веществ гидрополимеров зерно-крупяных культур – клейщих веществ в пленках и оболочках зерна, крахмальных зерен и белков.

При этом, при получении хлопьев крахмальные гранулы разрушаются в большей степени, так как происходит более полная их клейстеризация вследствие большего количества воды, участвующей во влаготермической обработке, и более длительного, по сравнению с принятым при производстве крупы, теплового воздействия на зерно, что приводит к увеличению водопоглотительной и водоудерживающей способности поврежденных во время обработки крахмальных гранул крупяных хлопьев.

Лучше удерживали влагу в процессе хранения по сравнению с контрольным образцом и образцами на просяной и кукурузной муке бисквитные полуфабрикаты с использованием рисовой муки, что, очевидно, связано со способностью рисового крахмала образовывать плотную сетку, хорошо удерживающую влагу и предотвращающую ее синерезис.

Формирование сетки, вероятно, вызвано условиями образования и развития зерен крахмала риса, которые формируются в белковой матрице при низкой влажности и сдавливаются во время созревания зерна [9].

Пористость БП при хранении изменялась незначительно. Наибольшее снижение пористости наблюдалось у образцов, содержащих рисовую муку (в среднем на 7 %). У остальных образцов снижение пористости за 10 суток хранения было не более 2 % (рис.1, б).

Еще одним процессом, с которым связаны потери свежести, идущий параллельно и, вероятно, частично обуславливающий потерю влаги при хранении является черствение бисквитного полуфабриката.

Черствение происходит в результате протекания

сложных и еще полностью не изученных физико-химических процессов. Описанные механизмы черствения [7, 8] отражают роль крахмальной фракции как главной причины черствения. Коагулированный в процессе выпечки клейковинный каркас БП заполнен клейстеризованным крахмалом, который вплотную примыкает к белку. По мере хранения происходит перекристаллизация – ретроградация крахмала. Крахмальное зерно из состояния клейстера начинает переходить в кристаллическое, при этом оно сжимается, образуя воздушную прослойку в коагулированной клейковинной структуре. Затем по мере хранения изделия, крахмальное зерно сжимается ещё сильнее, и происходит переход в кристаллическое состояние. Этим и объясняется жесткая структура мякиша по истечении длительного срока хранения. Так как наиболее характерными внешними признаками черствения являются повышение жесткости и снижение упругости БП, то для количественной оценки степени черствения и изучения динамики этого процесса при хранении исследовали реологические свойства по показателям, характеризующим сжимаемость – степень пенетрации (рис 2, а) и упругость мякиша – относительная упругость (рис 2, б).

Сжимаемость мякиша всех образцов бисквитных полуфабрикатов при хранении снижалась, но в различной степени. Так, через 10 дней хранения степень пенетрации для контрольного образца снизилась на 116 ед. пенетметра, а для БП с добавлением нехлебопекарных видов муки на 82...89 ед. Очевидно, различия в изменениях структурно-механических свойств мякиша бисквитного полуфабриката при хранении обусловлены различной степенью клейстеризации крахмала нехлебопекарных видов муки при выпечке, содержанием в нем амилопектина, которые зависят от температуры клейстеризации и от природы крахмала. Крахмалы различных зерно-крупяных культур различаются размером крахмальных зерен, соотношением амилозы и амилопектина, физико-химическими свойствами – температурными зонами клейстеризации и т.д. (табл. 1). Амилопектин является более устойчивым, а способность амилозы к ретроградации различна для разных видов муки.

Кроме того, на степень черствения бисквитных полуфабрикатов оказывает влияние не только вид ис-

пользуемой муки, но и способ предварительной обработки исходного зерна. Так у образцов с использованием ОХМ сжимаемость мякиша за 10 дней хранения снизилась на 84 ед., а у образцов на ОМ на 88 ед., у БП с использованием ПХМ и ПМ на 82 и 86 ед. соответственно. Такая зависимость обусловлена, по всей вероятности тем, что крахмальные гранулы муки, полученной из крошки хлопьев (ПХМ, ОХМ), в результате более длительной влаготермической обработки повреждены в большей степени. Крахмал в БП на основе смесей с внесением такой муки отличается более высокой степенью клейстеризации меньшей скоростью ретроградации крахмальных гранул и, как следствие, наблюдается замедление черствения выпеченных бисквитов при хранении.

Анализ изменения относительной упругости мякиша ($N_{упр}$ рис.2,б) свидетельствует, что в процессе хранения идет снижение упругости с различной интенсивностью для каждого образца. Так, для контрольного образца относительная упругая деформация за 10 сут хранения снизилась на 6 %. Для БП с добавлением нетрадиционных видов муки относительная упругость снижается в среднем на 4 %. Образцы с добавлением ОМ и ОХМ черствели медленнее, что вероятно связано с наличием в этих видах муки большого количества полисахаридов обуславливающих её более высокую водопоглотительную и водоудерживающую способность, а также с большим по сравнению с другими видами муки содержанию жира (5,8 г на 100 г муки), который, адсорбируясь на поверхности крахмальных зерен, мешает сближению крахмальных цепочек и образованию прочной структуры крахмала, характерной для черствения. Такую особенность можно отметить и у проса, которое по содержанию свободных липидов примерно в 2,5 раза превосходит пшеницу и при получении просяной муки в нее почти полностью попадает зародыш, наиболее богатый жирами по сравнению с другими анатомическими частями зерна.

При черствении главная роль отводится изменениям крахмальной фракции, однако наряду с ними происходят изменения гидратированных белков клейковины, обусловленные продолжающейся денатурацией белков. При этом снижается их гидратационная способность и выделяется свободная вода,

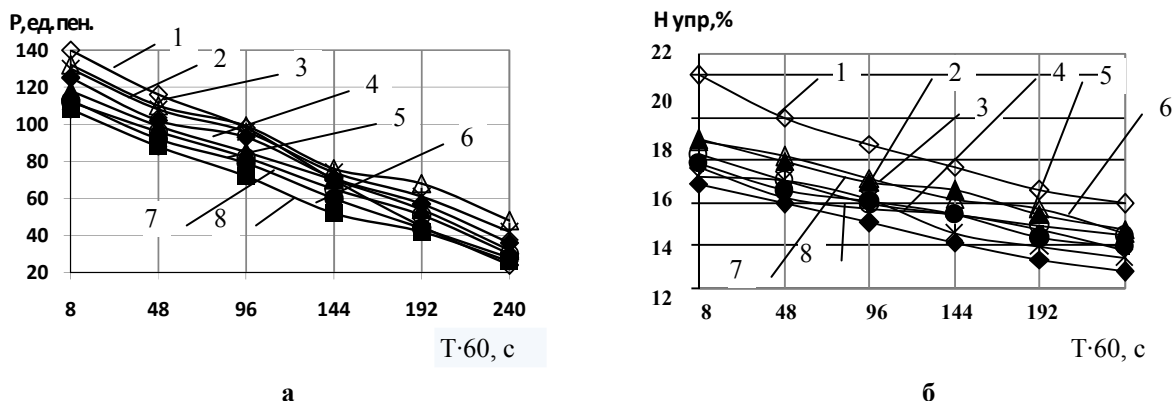


Рис.2. Изменение степени пенетрации (а) и относительной упругости (б) БП на основе мучных композитных смесей при хранении: 1 – контрольный образец; на основе смеси с: 2 – ОХМ, 3 – ОМ, 4 – ЯХМ, 5 – ПМ, 6 – ПХМ, 7 – РМ, 8 – КМ

Таблиця 1
Свойства крахмалов различных культур [10,11]

Культура	Содержание амилозы, %	Температура клейстеризации, °С	Размер гранул, мкм
Пшеница	26	53-65	23-35 2-10
Кукуруза	28	62-72	15
Рис	18	61-78	3-8
Ячмень	22	56-62	20-25 2-6
Овес	27	56-62	3-10
Просо	20	62-72	12

что приводит к уплотнению структуры и сопровождается повышением жесткости пленок клейковинного каркаса, в результате сложного перераспределения влаги между высокополимерами мякиша. Кроме того, агрегация амилозы и амилопектина, которая происходит при старении БП, может быть замедлена образованием комплексов крахмальных полисахаридов с белками. Так, крахмальные гранулы ячменной муки расположены свободно и не окружены белковой матрицей, что не способствует образованию таких комплексов. Но в тоже время это обуславливает большую доступность для воды и тепла крупных крахмальных зерен, которые пептизируются при более низкой температуре, образуя крахмальный клейстер [12], что снижает склонность крахмала к ретроградации.

Определенное влияние на изменения крахмальных гелей при хранении оказывают пентозаны муки. Часть пентозанов муки способна легко набухать и растворяться в воде (пептизироваться), образуя очень вязкий слизиобразный раствор. Считается, что водорастворимые пентозаны замедляют скорость ретроградации в основном амилопектиновой фракции крахмала, а водонерастворимые – и амилозы, и амилопектина. Вероятно этим можно объяснить увеличение сроков хранения БП при внесении альтернативных видов муки, в состав которых входят вещества, которые являются природными гидроколлоидами (клетчатка, пентозаны) способные удерживать влагу, вследствие чего бисквит медленнее черствеет в процессе хранения.

Сохранение БП своей текстуры, оказывающей влияние на сенсорные ощущения в момент употребления, является важной характеристикой изделия при хранении. Весь комплекс изменений свойств биск-

витных полуфабрикатов, степень сохранения его свежести может быть выражен и органолептической оценкой. К факторам, воздействующим на ощущаемую во рту консистенцию пенообразных пищевых продуктов, относятся: однородность размеров пузырьков, средний размер и форма пузырьков, толщина стенок вокруг них, реологические свойства вещества. Наиболее заметное влияние на консистенцию оказывают физические свойства сплошной фазы и размеры пузырьков [8].

Органолептическая оценка БП во время хранения показала, что бисквиты, содержащие нехлебопекарные виды муки, дольше сохраняли свежесть. К недостаткам можно отнести появление крошливости при хранении. Для БП, содержащих ОМ, было отмечено появление характерного овсяного привкуса. Несмотря на то, что внесение КМ придает бисквитному мякишу красивый золотисто-желтый оттенок, черствение этих БП протекало интенсивнее. Для БП на КМ такое снижение потребительских характеристик, очевидно, вызвано тем, что, имея высокую температуру клейстеризации (62-72°C) (табл. 1) разрушение и клейстеризация крахмальных гранул происходит в меньшей степени, кукурузный крахмал образует быстро стареющий гель, что приводит к быстрому черствению БП. Кроме того, кукурузный крахмал содержит большое количество амилозы, которая ретроградирует быстрее по сравнению с амилопектиновой фракцией, образующей вязкие и относительно стойкие коллоидные растворы, играя роль защитного коллоида. БП на основе ПМ по вкусовым ощущениям обладали специфическим привкусом, а в образцах на основе ПХМ этого не наблюдалось, что вероятно можно объяснить тем, что при получении хлопьев крупа подвергается более интенсивной обработке, которая позволяет нивелировать горький привкус свойственный муке из нативного зерна.

Таким образом, использование нетрадиционных видов муки при приготовлении бисквитных полуфабрикатов позволяет не только расширить ассортимент мучных кондитерских изделий, повысить их пищевую ценность, создать изделия функционального и специального назначения, но и снизить интенсивность изменения структуры выпеченных бисквитов в процессе хранения, их черствение, т.е. позволяет повысить их сохранность.

Поступила 01.2010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы сайта www.giord.ru
2. Калакура М. Нові інгредієнти в бiсквітному тісті та їх вплив на стан вологи/ М. Калакура, В. Михалик, В. Ніколіна // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2005. – № 11. – С. 16-17.
3. Тошев А.Д. Развитие научных основ технологии мучных кулинарных, кондитерских и булочных изделий: Автореф. дис...докт. тех. наук. – М., 2003. – 47 с.
4. Modoran Constanta, Stanila Andreea, Lazar Daniela, Modoran D., Modoran Adela, Friqioiu. Bul. Univ. Agr.Sci. and Vet. Med. Napoca. Agr. 2007. 63-64, с.534-539.
5. Иоргачева Е.Г. Влияние мучных композитных смесей на показатели качества бисквитных полуфабрикатов / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки, Н.Н. Кожокар // 36. наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2009. – Вып.36. – Т.1. – С. 216-221.
6. Иоргачева Е.Г., Новые виды мучных изделий на основе композитных смесей / Е.Г. Иоргачева, О.В. Макарова, Е.Н. Котузаки, А.С. Иванова – Техника и технология пищевых производств: Тез. докл. VII Междунар. конф. – Могилев, Республика Беларусь. – 2009 г. – с.123
7. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба. – СПб.: Гиорд, 2005. – 557 с.
8. Матц С.А. Структура и консистенция пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 237 с.
9. Р.Карл Хосни. Зерно и зернопродукты. – О.: Профессия, 2006. – 330 с.
10. Нечаев А.П. Пищевая химия. – СПб.: Гиорд, 2007. – 635 с.
11. Материалы сайта www.sergey-osetrov.narod.ru
12. Бачурская Л.Д., Гуляев В.Н. Пищевые концентраты. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 335 с.