

М.М. Петухов¹, З.В. Василенко², Е.В. Коляда¹, С.В. Пашук³

¹Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилев, Республика Беларусь

³Государственное предприятие «Белтехнохлеб», г. Минск, Республика Беларусь

УСТАНОВЛЕНИЕ СРОКОВ ГОДНОСТИ СДОБНЫХ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРОЖЖЕВОГО ТЕСТА

Аннотация. Доведение до потребителей качественной продукции является главной задачей розничной торговли и объектов общественного питания. Общеизвестно, что в процессе хранения изделий из дрожжевого теста наблюдается снижение их качества. Оно обусловлено потерей вкуса и аромата, присущих свежим изделиям, снижением мягкости и повышением крошковатости мякиша. В связи с этим установление оптимальных сроков хранения является одной из важнейших задач, позволяющих гарантировать доведение до потребителей качественной продукции, отвечающей требованиям технических нормативных правовых актов. В работе представлены результаты исследования показателей качества нового изделия из сдобного дрожжевого теста с комплексной пищевой добавкой (булочка «Весенняя») в процессе хранения. Полученные экспериментальные данные позволили установить оптимальный срок годности сдобной булочки «Весенняя» — 48 ч при хранении в неупакованном виде и 72 ч — при хранении в упаковке. Также изучена динамика сохранения витамина С в образцах. Установлено, что в конце срока годности неупакованных изделий содержание витамина С составляет 11,5 мг %, а упакованных — 9,7 мг %. Это позволяет отнести булочку «Весенняя» из сдобного дрожжевого теста к группе обогащенных продуктов в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов Республики Беларусь.

Ключевые слова: булочные изделия, исследование качества, срок годности, витамин С, обогащение

M.M. Petukhou¹, Z.V. Vasilenko², E.V. Koliada¹, S.V. Pashuk³

¹Belarus State Economic University, Minsk, Republic of Belarus

²Mogilev State University of Food, Mogilev, Republic of Belarus

³Beltehnobleb, Minsk, Republic of Belarus

THE DETERMINATION SHELF LIFE PASTRY BAKERY PRODUCTS FROM THE YEAST DOUGH

Abstract. Bringing quality products to consumers is the main task of retail and catering facilities. It is well known that during the storage of products from yeast dough there is a decrease in their quality. It is due to the loss of taste and aroma inherent in fresh products, a decrease in softness and an increase in the crumbiness of the crumb. In this regard, the establishment of optimal storage periods is one of the most important tasks that can guarantee the delivery to consumers of quality products that meet the requirements of technical regulatory legal acts. The article presents the results of a study of the quality of a new product from the yeast dough with a complex food additive (bun «Spring») during storage. The obtained experimental data allowed to establish the optimal shelf life of the buns «Spring» — 48 hours when stored in unpacked form and 72 hours — when stored in a package. The dynamics of vitamin C preservation in samples was also studied. It was found that at the end of the shelf life of unpacked products the content of vitamin C is 11.5 mg%, and packed — 9.7 mg%. This allows us to refer the bun «Spring» from the yeast dough to the group of enriched products (enriched with vitamins) in accordance with the requirements of technical regulations of the Republic of Belarus.

Keywords: bakery products, quality research, the shelf life, vitamin C, enrichment

Одна из главных задач хлебопекарной промышленности — получение высококачественных хлебобулочных изделий. Хлебобулочные изделия из пшеничного теста должны иметь достаточный объ-

ем, правильную форму, окрашенную (зарумяненную) корку без подрывов и трещин, эластичный мякиш с мелкой, тонкостенной и равномерной пористостью. Они должны быть вкусными и ароматными. Способность муки давать хлебобулочные изделия высокого качества с наибольшим выходом при соответствующем режиме тестоведения и выпечки определяется в первую очередь ее хлебопекарными достоинствами.

В процессе хранения хлебобулочных изделий наблюдается снижение их качественных характеристик, что обусловлено потерей вкуса и аромата, присущих свежим изделиям, снижением мягкости и повышением крошковатости мякиша. В связи с этим установление оптимальных сроков хранения является одной из важнейших задач, позволяющих гарантировать доведение до потребителей качественной продукции, отвечающей требованиям технических нормативных правовых актов.

Целью научного исследования является обоснование срока годности сдобных булочных изделий из дрожжевого теста с использованием комплексной пищевой добавки.

Объектом исследования было выбрано сдобное булочное изделие из дрожжевого теста — булочка «Весенняя», обогащенная витамином С (за основу брали рецептуру булочки «Школьная»). Для ее производства тесто готовили безопасным способом. В дежу тестомесильной машины вливали подогретое до температуры 37 ± 2 °С молоко (80 % от общего количества), добавляли дрожжи, комплексную пищевую добавку, состоящую из мальтодекстрина, модифицированного крахмала горячего набухания марки С*PolarTexInstant 06205 (МК 06205), глюкозы и аскорбиновой кислоты в соотношении 1 : 3 : 4 : 0,03, и тщательно перемешивали. Полученную смесь для активации дрожжей ставили в расстойный шкаф с температурой 37 ± 2 °С и относительной влажностью воздуха 80 ± 5 % на 20 мин. Затем вносили сахар и соль, предварительно растворенные в оставшейся части молока, добавляли меланж, муку и вели замес до получения теста однородной консистенции в течение 5–6 мин. В конце замеса вводили растопленный маргарин и продолжали замес. Полученное тесто ставили для брожения в расстойный шкаф на 105 мин. В процессе брожения делали две обминки. Выбродившее тесто делили на куски, которым придавали округлую форму, укладывали на смазанные растительным маслом листы и ставили в теплое место для расстойки на 25–30 мин. Выпечку проводили в конвекционной печи «ALFA 41» (Италия) при температуре 225 ± 2 °С в течение 10–12 мин [1, 2].

При проведении контрольных производственных выпечек сдобной булочки «Весенняя» из дрожжевого теста были получены изделия, характеризующиеся высокими органолептическими показателями. Они отличались от контрольного образца — булочка «Школьная» — цветом корки (светло-коричневая у контроля и темно-золотистая — у булочки «Весенняя»), более выраженным и гармоничным вкусом. При этом на поверхности выпеченных изделий, в отличие от контрольного образца, появлялись едва заметные мелкие и короткие трещины.

На хранение закладывали булочку «Весеннюю» в упаковке и без упаковки, а также контрольный образец в неупакованном виде. Охлажденные образцы упаковывались в пакеты из полимерных материалов с перфорацией через 1 ч после выпечки. Хранение изделий осуществляли 72 ч в лаборатории при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 75 ± 5 %. В процессе хранения (через 4, 24, 48 и 72 ч) контролировали органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий.

Данные, характеризующие физико-химические показатели качества нового сдобного изделия из дрожжевого теста, приведены в табл. 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества неупакованных сдобных изделий из дрожжевого теста через 24 ч хранения
Table 1. Physico-chemical quality indicators of unpacked rich yeast dough products after 24 hours of storage

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	булочка «Школьная» (контроль)	булочка «Весенняя»
Масса, г	75,5±1,4	80,7±1,0
Влажность мякиша, %	31,5±0,7	32,5±0,4
Пористость, %	68,4±3,5	70,7±1,1
Удельный объем, см ³ /г	2,60±0,06	2,65±0,08
Формоустойчивость, Н/D	0,687±0,024	0,737±0,017
Кислотность, е	2,1±0,1	2,3±0,1
Массовая доля общего сахара (по сахарозе) в пересчете на сухое вещество, %	15,8±0,6	15,9±0,8
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	11,7±0,5	10,9±0,4

Полученные в ходе исследований данные свидетельствуют, что включение в состав рецептуры сдобной булочки из дрожжевого теста комплексной пищевой добавки оказывает положительное влияние на пористость, удельный объем и формоустойчивость готовых изделий. Пористость увеличивается с 68,4 % у контрольного образца до 70,7 % у приготовленного по разработанной технологии, а удельный объем — с 2,60 до 2,65 см³/г соответственно. Показатель, характеризующий формоустойчивость изделий из дрожжевого теста, возрастает с 0,687 до 0,737 [3].

Увеличение выхода сдобных изделий из дрожжевого теста с использованием комплексной пищевой добавки с 75,5 до 80,7 г обусловлено положительным влиянием комплексной пищевой добавки на водопоглощительную способность муки. Согласно данным, полученным на приборе «Mixelab» производства компании «Chopin Technologies» (Франция), водопоглощительная способность пшеничной муки при использовании комплексной пищевой добавки увеличивается с 54,1 % до 58,0 %.

Повышение кислотности готовых изделий с 2,1е у контрольного образца до 2,3е у булочки «Весенняя» обусловлено внесением аскорбиновой кислоты и более активным кислотообразованием в процессе брожения. Последнее связано с улучшением условий для развития дрожжевых клеток (на начальном этапе брожения в тесте содержится больше моносахаридов). Увеличение влажности мякиша по отношению к контрольному образцу до 32,5 % во многом обусловлено действием входящей в состав пищевой добавки модифицированного крахмала МК 06205, который прочно удерживает влагу в процессе выпечки и во время хранения.

Результаты микробиологических исследований образцов сдобных изделий из дрожжевого теста после 24 ч хранения представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Микробиологические показатели качества сдобного изделия из дрожжевого теста
Table 2. Microbiological quality indicators of a rich yeast dough product

Наименование показателя	Характеристика показателя		Требования ТНПА
	булочка «Школьная»	булочка «Весенняя»	
КМАФАнМ, КОЕ/г	2,1x10 ²	0,8x10 ²	1,0x10 ³
БГКП (колиформы) в 1 г продукта	не обнаружены	не обнаружены	не допускаются
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы в 25 г продукта	не обнаружены	не обнаружены	не допускаются
Плесени, КОЕ/г	3	не обнаружены	50

Данные, представленные в табл. 2, показывают, что сдобная булочка «Весенняя» отличается от контрольного образца более высокой микробиологической чистотой. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в 1 г продукта снижается более чем в 2,6 раза (на 61,9 %), а наличие плесневых грибов не обнаружено (в контрольном образце — 3 КОЕ/г). Это свидетельствует о более высокой устойчивости сдобной булочки «Весенняя» к микробиологической порче. По нашему мнению, главная роль в повышении микробиологической чистоты принадлежит аскорбиновой кислоте, которая подавляет развитие микроорганизмов и плесневых грибов. Очевидно, что положительную роль также оказывает МК 06205. Он способствует прочному связыванию влаги, ухудшая тем самым условия для развития микроорганизмов.

Патогенные микроорганизмы и бактерии группы кишечной палочки в исследованных образцах не обнаружены. На основании полученных результатов можно сделать вывод о высоком качестве исходного сырья и высоком санитарно-гигиеническом состоянии производства.

Данные радиометрического контроля позволили установить, что сдобные изделия из дрожжевого теста соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Удельная активность цезия-137 всех исследованных образцов составила (1,6±0,2) Бк/кг, что не превышает допустимого уровня — 40 Бк/кг.

Ключевым фактором, определяющим выбор пищевого продукта потребителем, является органолептическая оценка. Органолептическую оценку качества сдобной булочки «Весенняя» проводили балльным методом. Каждый показатель оценивали по пятибалльной шкале, после чего определяли общий балл с учетом коэффициентов весомости (форма — 2,8, цвет корки — 1,1, поверхность — 1,2, состояние мякиша — 3,4, структура пористости — 2,3, аромат (запах) — 3,8, вкус — 4,1, разжевываемость мякиша — 1,3). По результатам оценки устанавливали категорию качества: 90 баллов и более — отличное; от 75 до 90 баллов — хорошее; от 60 до 75 баллов — удовлетворительное; от 40 до 60 баллов — низкое; менее 40 баллов — неудовлетворительное.

Результаты оценки органолептических показателей качества образцов показали, что через 4 ч после выпечки сдобные булочки из дрожжевого теста характеризуются как изделия отличного качества. Цвет корки контрольного образца светло-коричневый; поверхность — достаточно гладкая, матовая; фор-

ма — правильная, округлая, не расплывшаяся, формоустойчивость хорошая; мякиш мягкий, пропеченный, эластичный, не влажный на ощупь, без следов непромеса, хорошо разжевывается; пористость равномерная средняя и мелкая, тонкостенная; запах и вкус — выраженные, приятные, свойственные сдобным дрожжевым изделиям (итоговый балл с учетом коэффициентов весомости — 92,7). Образцы булочки «Весенняя» по качеству не уступают контрольному образцу или превосходят его, за исключением состояния поверхности, которая сохраняется достаточно гладкой, матовой, но на ней появляются едва заметные мелкие трещины. Общий балл данных образцов составляет 96,2.

После 24 ч хранения качество упакованных изделий практически не изменялось (во время дегустации отмечено незначительное ослабление аромата). У образца без упаковки интенсивность аромата снижается больше и составляет 4,4 балла. В итоге при хранении в течение 24 ч качество сдобной булочки «Весенняя» снижается на 0,7 (упакованная) и 2,3 (неупакованная) балла и составляет 95,5 и 93,9 баллов соответственно, что характеризует уровень качества как «отличное». Контрольный образец за это время теряет 6 баллов (86,7 балла — «хорошее» качество). Это во многом обусловлено снижением интенсивности вкуса и аромата, появлением незначительных трещин на поверхности.

Качество булочных изделий после 48 ч хранения характеризуется следующими значениями: 75,1 балла у контрольного образца, 86,8 балла — у неупакованного образца и 89,1 балла — у булочки «Весенняя» в упаковке, что соответствует категории качества «хорошее». У контрольного образца наблюдается ухудшение состояния мякиша, который теряет первоначальную эластичность и становится грубоватым при разжевывании, вкус и аромат — недостаточно выраженные. У булочки «Весенняя», хранившейся 48 ч как без упаковки, так и в упаковке, отмечено снижение интенсивности вкуса и аромата, мякиш становится слегка суховатым при разжевывании (у образца без упаковки мякиш также становится менее эластичным — 4,6 балла).

Значительные изменения качества наблюдаются после 72 ч хранения изделий. У сдобной булочки «Весенняя», хранившейся в неупакованном виде, аромат становится слабовыраженным (3 балла), вкус — недостаточно выраженным (3,6 балла), а мякиш при разжевывании — суховатым и слегка огрубевшим (3,6 балла). Упакованные изделия претерпевают меньшие изменения: мякиш становится менее эластичным, но сохраняет мягкость, а при разжевывании появляется ощущение его сухости; вкус и аромат незначительно ухудшаются по сравнению с показателями после 48 ч хранения, но при этом характеризуются как достаточно выраженные (3,6–3,8 балла). Таким образом, уровень качества неупакованных изделий остается хорошим (78,3 балла), а хранившихся в упаковке переходит из категории «отличное» в «хорошее» (82,6 балла).

Через 72 ч хранения общая балльная оценка качества контрольного образца составляет 60,4 балла («удовлетворительное качество»). На поверхности изделий появляется больше микротрещин и она становится сухой на ощупь, наблюдается незначительное отслоение мякиша от корки. Мякиш приобретает заметную грубость и начинает крошиться. Аромат у контрольного образца невыраженный, слегка посторонний (2,2 балла), а вкус — слабовыраженный (2,8 балла).

Таким образом, на основании балльной оценки качества сдобных булочных изделий из дрожжевого теста в процессе хранения можно сделать вывод, что хранение сдобной булочки (контрольный образец) более 24 ч нецелесообразно, так как в дальнейшем наблюдается значительное ухудшение ее качества. Внедрение разработанной технологии производства булочки «Весенняя» позволяет увеличить срок годности изделий до 48 ч при хранении в неупакованном виде и до 72 ч при хранении в упаковке. При этом качество булочки «Весенняя» выше качества булочки «Школьная», которая хранилась 24 ч.

Так как технология производства булочки «Весенняя» предусматривает внесение комплексной пищевой добавки, содержащей аскорбиновую кислоту, особое внимание было уделено определению содержания витамина С в готовых изделиях во время хранения. Результаты исследования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание витамина С в сдобных булочных изделиях из дрожжевого теста в процессе хранения, мг%

Table 3. The vitamin C content in rich bakery products from yeast dough during storage, mg%

Срок хранения, ч	Наименование образца		
	булочка «Школьная»	булочка «Весенняя»	
		без упаковки	в упаковке
4	0,14±0,01	12,68±0,16	12,70±0,27
24	0,12±0,01	12,53±0,12	12,52±0,31
48	0,08±0,01	11,48±0,22	11,34±0,20
72	0,05±0,01	9,80±0,36	9,72±0,18

Как видно из данных табл. 3, содержание витамина С в сдобной булочке «Весенняя» составляет 12,7 мг% через 4 ч после выпечки, что удовлетворяет 21,2 % средней суточной потребности взрослого человека в витамине при употреблении 100 г продукта.

При хранении наблюдается частичное разрушение витамина С в результате окислительных реакций. Через 24 ч хранения булочки «Весенняя» содержание витамина С снижается в среднем на 1,1–1,4 %. Большие потери витамина С отмечаются у образцов после 48 и 72 ч хранения. Они составляют 9,5–10,7 и 22,7–23,5 % соответственно. При употреблении 100 г булочки «Весенняя» после 72 ч хранения обеспечивается более 16 % средней суточной потребности взрослого человека в витамине С, что позволяет отнести ее к обогащенным изделиям в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами Республики Беларусь [4, 5].

Изменение содержания витамина С в процессе хранения сдобной булочки «Весенняя» в упакованном и неупакованном виде описывается уравнением регрессии второго порядка:

$$C_{\text{неупак.}} = 12,68 + 0,1934X - 0,3861X^2;$$

$$C_{\text{упак.}} = 12,7 + 0,0989X - 0,3674X^2,$$

где С — содержание витамина С, мг%; X — продолжительность хранения, сутки.

Анализ динамики разрушения витамина С в образцах сдобной булочки «Весенняя», хранившихся в упакованном и неупакованном виде, свидетельствует об отсутствии существенного влияния упаковки на сохранность витамина. Наблюдавшееся ускорение деградации витамина С в упакованной сдобной булочке по сравнению с неупакованным образцом можно объяснить более высокой влажностью изделий, так как в водных растворах разрушение витамина С ускоряется.

На основании результатов математической обработки данных об изменении содержания витамина С в процессе хранения сдобной булочки, можно сделать вывод, что после 72 ч хранения булочки «Весенняя» степень удовлетворения средней суточной потребности взрослого человека в витамине С при употреблении 100 г продукта составит не менее 15 %.

Результаты определения содержания витамина С подтверждены данными независимой лаборатории Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (жидкостной хроматограф «Agilent 1200») установлено, что содержание витамина С в булочке «Весенняя» через 48–72 ч после выпечки составляет 10,4 мг%.

В результате проведенного исследования были установлены следующие сроки годности сдобных булочных изделий из дрожжевого теста, обогащенных витамином С, — 48 ч для булочки «Весенняя» в неупакованном виде и 72 ч — в упакованном.

Список использованных источников

1. Петухов, М.М. Разработка технологии булочных изделий, обогащенных витамином С / М.М. Петухов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2016. — № 5 (40). — С. 32–36.
2. Способ приготовления хлебобулочного изделия: пат. ВУ 21753 / М.М. Петухов, З.В. Василенко, П.А. Ромашихин, Е.В. Коляда. — Оpubл. 30.04.2018.
3. Василенко, З.В. Исследование качества булочных изделий в процессе хранения / З.В. Василенко, М.М. Петухов, Е.В. Коляда, П.А. Ромашихин // Вестн. Могилев. гос. ун-та продовольствия. — 2015. — № 2 (19). — С. 30–35.
4. Требования к обогащенным пищевым продуктам: санитарные нормы и правила : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 29.07.2013 № 66. — Введ. 13.08.2013. — Минск, 2013. — 7 с.
5. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам: санитарные нормы и правила : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 21.07.2013 № 52. — Введ. 05.08.2013. — Минск, 2013. — 59 с.

References

1. Petukhov M.M. Razrabotka tekhnologii bulochnykh izdeliy, obogashchennykh vitaminom C [*Development of technology for bakery products enriched with vitamin C*]. Tekhnologiya i tovarovedeniye innovatsionnykh pishchevykh produktov = Technology and commodity science of innovative food products, 2016, no. 5 (40), pp. 32–36.

2. Petukhov M.M., Vasilenko Z.V., Romashikhin P.A., Kolyada E.V. Sposob prigotovleniya khlebobulochnogo izdeliya [*The method of preparation of a bakery product*]. Patent RB, no 21753, 2018.
3. Vasilenko Z.V., Petukhov M.M., Kolyada E.V., Romashikhin P.A. Issledovanie kachestva bulochny'x izdelij v processe xraneniya [*Research of the quality of bakery products during storage*]. Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stviya = Bulletin of the Mogilev State University of Food, 2015, no. 2 (19), pp. 30–35.
4. Sanitarnyye normy i pravila Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' no 66 ot 29.07.2013. Trebovaniya k obogashchennym pishchevym produktam [*Sanitary norms and rules Ministry of Health of the Republic of Belarus no 66 on 07/29/2013. Requirements for fortified food products*]. Minsk, 2013. 7 p.
5. Sanitarnyye normy i pravila Ministerstva zdravookhraneniya Respubliki Belarus' no 52 ot 21.07.2013. Trebovaniya k prodovol'stvennomu syr'yu i pishchevym produktam [*Sanitary norms and rules Ministry of Health of the Republic of Belarus no 52 on 07/21/2013. Requirements for food raw materials and food products*]. Minsk, 2013. 59 p.

Информация об авторах

Петухов Михаил Михайлович — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров, Белорусский государственный экономический университет (Партизанский пр., 26, 220070, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 1mi@mail.ru.

Василенко Зоя Васильевна — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия (Шмидта пр., 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: vasilenko-box@rambler.ru.

Коляда Елена Владимировна — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров, Белорусский государственный экономический университет (Партизанский пр., 26, 220070, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: liki.l@mail.ru.

Пашук Светлана Васильевна — ведущий специалист, Белтехнохлеб, Национальная академия наук Беларуси (Раковская ул., 30, 220004, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: technolog77@mail.ru.

Information about authors

Petukhov Mikhail M. — Ph.D. (Engineering), Belarus State Economic University (26 Partizansky Ave., 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: 1mi@mail.ru.

Vasilenko Zoya V. — Ph.D. (Engineering), Mogilev State University of Food (3 Schmidt Ave., 212027, Mogilev, Republic of Belarus). E-mail: vasilenko-box@rambler.ru.

Koliada Elena V. — Ph.D. (Engineering), Belarus State Economic University (26 Partizansky Ave., 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: liki.l@mail.ru.

Pashuk Svetlana V. — Leading Specialist, Beltehnohleb, the National Academy of Sciences of Belarus (30 Rakovskaya St., 220004, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: technolog77@mail.ru.