

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА УПАКОВКИ НА СОХРАННОСТЬ РАСТВОРИМОГО ПЕЧЕНЬЯ

*И.И. Кондратова, К.Н. Гершончик, И.А. Машкова*

Изучено влияние вида упаковочного материала на органолептические, физико-химические показатели, окислительную стабильность и микробиологические показатели растворимого печенья для детского питания. Установлено, что использование в качестве упаковочного материала металлизированной и полипропиленовой пленки обеспечивает высокую стабильность показателей качества и безопасности растворимого печенья в процессе хранения.

### Введение

Срок годности кондитерских изделий является одним из важнейших показателей качества, который, в свою очередь, зависит от соотношения рецептурных ингредиентов, качества используемого сырья, оборудования, технологии изготовления, санитарного состояния производства, упаковки и условий хранения [1]. В Научно-практическом центре НАН Беларуси по продовольствию разработан новый вид мучных кондитерских изделий – растворимое печенье для детского питания, а также технология его изготовления, которая апробирована на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч».

Согласно требованиям [2] продукты детского питания должны быть упакованы в герметичную упаковку, которая обеспечивает высокую степень защиты от воздействия внешних факторов – кислорода воздуха, света и температуры, что особенно важно для жиросодержащих кондитерских изделий. При хранении в мучных кондитерских изделиях происходят физико-химические, окислительные, микробиологические и ферментативные процессы, приводящие к изменению показателей качества и безопасности готовой продукции. Анализ литературы показал, что имеются единичные сведения относительно процессов, происходящих при хранении печенья для детского питания, поэтому целью настоящих исследований является изучение влияния вида упаковки и продолжительности хранения на кинетику процессов, происходящих в растворимом печенье.

Для проведения исследований использовали растворимое печенье, изготовленное в промышленных условиях на ОАО «Кондитерская фабрика «Слодыч». Растворимое печенье упаковывали в материалы, наиболее часто используемые в кондитерской промышленности для мучных кондитерских изделий: полипропиленовая и металлизированная упаковка, в качестве контроля использовали печенье, упакованное в гофрокороб. Срок годности разработанного отечественного растворимого печенья составляет 3 месяца, срок проведения исследований согласно [3] с учетом коэффициента резерва должен составлять 4,5 месяца; в связи с тем, что срок годности импортного растворимого печенья составляет 6 месяцев, принято решение о проведении исследований в течение 6 месяцев. В процессе исследований в образцах растворимого печенья контролировали органолептические, физико-химические показатели, активность воды, показатели окислительной порчи и микробиологические показатели.

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ органолептических показателей растворимого печенья (вкус и запах, форма, цвет, состояние поверхности) проводили с использованием пятибалльной оценки с периодичностью 1 раз в месяц. На начальном этапе хранения растворимое печенье имело приятный ванильно-сливочный вкус и запах, без посторонних привкуса и запаха, овальную правильную форму, без вмятин, с фигурными краями, желтый цвет, поверхность печенья – гладкая с рисунком на лицевой стороне, неподгорелая, органолептическая оценка печенья составила 5,0 баллов.

Наиболее существенные изменения органолептических показателей происходят в печенье, упакованном в гофрокороб:

- изменилась интенсивность окраски продукта (от желтого до светло-желтого);
- в течение трех месяцев хранения печенье приобрело мягкую структуру за счет поглощения влаги, а затем произошла его деформация в связи с потерей влаги;
- по истечении трех месяцев хранения в печенье появился слегка окисленный вкус и запах, мучнистый привкус, при этом органолептическая оценка снизилась с 5,0 до 3,5 баллов; после пяти месяцев хранения печенье приобрело ярко выраженный окисленный и прогорклый вкус и запах, что повлекло снижение органолептической оценки до 2,0 баллов.

Растворимое печенье, упакованное в металлизированную упаковку, на протяжении всего периода хранения сохранило приятный ванильно-сливочный вкус и запах, без постороннего привкуса и запаха, его органолептическая оценка в конце хранения составила 4,5 балла. Вкус и запах растворимого печенья, упакованного в полипропиленовую упаковку, на протяжении трех месяцев хранения не изменялся, после чего в печенье появился мучнистый привкус, при этом органолептическая оценка снизилась до 4,6 баллов и к окончанию хранения составила 4,3 балла. Остальные органолептические показатели растворимого печенья (форма, цвет, состояние поверхности), упакованного как в металлизированную, так и в полипропиленовую упаковку, в процессе шести месяцев хранения не изменились.

При установлении сроков годности пищевых продуктов обязательным этапом является определение активности воды, которая позволяет оценить доступность влаги для протекания микробиологических, окислительных, ферментативных и других процессов и регламентирует выбор методологических подходов для исследования показателей качества и безопасности пищевых продуктов в процессе хранения [1, 3].

Активность воды в растворимом печенье, упакованном как в металлизированную, так и в полипропиленовую упаковку, составляла  $0,37 \pm 0,02$ , а в печенье, упакованном в гофрокороб, данный показатель на протяжении пяти месяцев хранения составлял  $0,56 \pm 0,01$ , а затем снизился до 0,45. Согласно [1, 3] все исследуемые образцы печенья относятся к пищевым продуктам с низкой активностью воды (до 0,6) и влажностью (до 13 %), для которых при хранении характерны процессы намокания и прогоркания.

При оценке качества и сроков годности изделий одним из определяющих физико-химических показателей является их влажность, которая свидетельствует о количественном содержании воды в изделии. Изменение влажности пищевого продукта при хранении определяется его гигроскопичностью, структурой и зависит от градиента и скорости массопереноса влаги между продуктом и окружающей средой.

Изменение влажности растворимого печенья в процессе 6 месяцев хранения представлено на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, наименьшее изменение влажности происходит в печенье, упакованном в металлизированную упаковку: в процессе шести месяцев хранения его влажность составляет  $(5,3 \pm 0,3)$  %, что соответствует требованиям, установленным в рецептуре –  $6,0 (+1,5; -1,0)$  %. Влажность печенья, упакованного в полипропиленовую упаковку, в процессе хранения находилась на уровне  $(5,0 \pm 0,7)$  %, что на 0,7 % ниже допустимого значения.

Существенное отличие по динамике влажности имеет печенье, упакованное в гофрокороб: в первые 10 дней хранения влажность продукта повысилась с 5,5 % до 7,2 %, в течение последующих трех месяцев увеличилась в 1,3 раза и составила 9,4 %, что на 1,9 % превышает установленное в рецептуре значение. По истечении трех месяцев хранения влажность печенья начала снижаться и к окончанию исследований составила 5,9 %. Динамика влажности печенья, упакованного в гофрокороб, подтверждает его высокую способность поглощать влагу из окружающей среды.

Особенностью растворимого печенья является его способность растворяться в молоке, соке и других жидкостях с образованием гетерогенной массы, которую можно давать детям из бутылочки или с ложечки с 6 месяцев жизни. Растворимость печенья зависит от его намокаемости, поэтому данный показатель в течение срока годности должен оставаться на высоком уровне и составлять согласно установленным в рецептуре требованиям не менее 200 %. Изменение намокаемости растворимого печенья представлено на рисунке 2.



Рисунок 1 – Изменение влажности растворимого печенья в течение 6 месяцев хранения

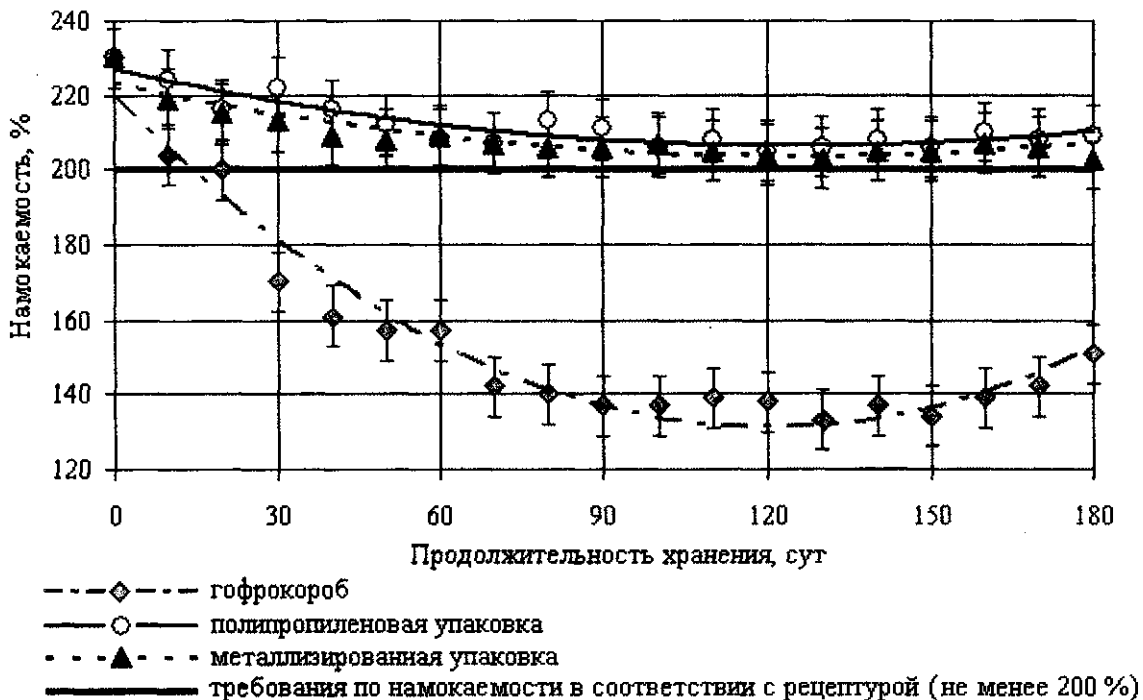


Рисунок 2 – Изменение намокаемости растворимого печенья в течение 6 месяцев хранения

Анализ данных, представленных на рисунке 2, позволяет сделать вывод, что намокаемость всех образцов печенья в процессе хранения снижается. Наиболее существенное снижение намокаемости происходит в печенье, упакованном в гофрокороб – в 1,5–1,7 раза, до  $(142 \pm 9) \%$ , что существенно ниже допустимого значения. Намокаемость печенья, упакованного в металлизированную и полипропиленовую упаковку, в процессе хранения снизилась в 1,1 раза и в конце хранения составила  $203 \%$  –  $209 \%$ , что соответствует требованиям рецептуры. Необходимо отметить, что основное снижение намокаемости растворимого пе-

чения, независимо от вида упаковки, происходит в первые три месяца хранения.

Изменение намокаемости растворимого печенья в процессе хранения описывается уравнением регрессии второго порядка:

$$Y = k_0 + k_1x + k_2x^2, \quad (1)$$

где  $Y$  – намокаемость печенья, %;

$x$  – продолжительность хранения, сутки;

$k_0, k_1, k_2$  – коэффициенты в уравнении регрессии (таблица 1).

Таблица 1 – Коэффициенты для уравнения регрессии (1)

Вид упаковки	Значение коэффициентов			Коэффициент корреляции R
	$k_0$	$k_1$	$k_2$	
Гофрокороб	219,90	-1,47	0,006	0,96
Полипропиленовая упаковка	227,11	-0,34	0,001	0,86
Металлизирующая упаковка	223,19	-0,32	0,001	0,86

Для детей старше 7 месяцев растворимое печенье может быть рекомендовано к употреблению без предварительного растворения для тренировки и развития навыков жевания, поэтому важным этапом является определение его структурно-механических свойств, которые характеризуют усилие, необходимое для откусывания и разжевывания печенья. Структурно-механические свойства растворимого печенья изучали на приборе «Структурометр» путем измерения прочности – предельного усилия, необходимого для разрушения печенья. Изменение прочности растворимого печенья в процессе 6 месяцев хранения представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Изменение прочности растворимого печенья в течение 6 месяцев хранения

Как видно из рисунка 3, прочность печенья, упакованного в гофрокороб, в течение первых десяти дней хранения снизилась в 2 раза, что связано с его мягкой структурой за счет поглощения влаги, в процессе дальнейшего хранения прочность печенья практически не изменялась и оставалась на уровне  $(5,2 \pm 0,9)$  Н. Прочность печенья, упакованного в полипропиленовую и металлизированную упаковку, в течение трех месяцев хранения составила  $(10,3 \pm 1,0)$  Н, после чего произошло резкое снижение до  $(1,0 \pm 0,2)$  Н, что, вероятно, обусловлено перераспределением влаги и увеличением хрупкости печенья. Необходимо отметить, что аналогичный характер изменения прочности печенья наблюдается и в импортных аналогах.

Мучные кондитерские изделия представляют собой многокомпонентную систему, в состав которой входит сахар, жир, молочные продукты и другое сырье, что обуславливает сложный характер процессов гидролиза и окисления жиров в их составе. Согласно требованиям [4, 5] содержание жира в растворимом печенье должно составлять 6 % – 12 %, в качестве жирового компонента в его состав входит масло из коровьего молока несоленое, которое из-за особенностей жирно-кислотного состава подвергается гидролизу и окислению с образованием свободных жирных кислот и перекисных соединений. Несмотря на то, что в растворимом печенье не нормируются показатели окислительной порчи, результаты определения активности воды показали, что для растворимого печенья характерно прогоркание жира.

Динамику окислительных процессов, происходящих при хранении растворимого печенья, оценивали по кислотному числу жира, извлеченного из печенья, а также по индексу окислительной стабильности печенья. Индекс окислительной стабильности представляет собой отношение индукционного периода исследуемого образца печенья к индукционному периоду контрольного образца (свиного жира). Индукционный период определяли на приборе Rancimat 743 путем измерения электропроводности деионизованной воды, которая возрастает за счет образования продуктов окисления при нагревании исследуемого образца во время пропускания воздуха. Чем выше значение индекса стабильности, тем меньше исследуемый образец подвергается окислительной порче, т.е. имеет высокую окислительную устойчивость.

Изменение кислотного числа жира и индекса стабильности печенья в процессе хранения представлено на рисунке 4.

Как видно из рисунка 4, в течение шести месяцев хранения во всех образцах печенья наблюдается рост кислотного числа и снижение индекса окислительной стабильности. Максимальное повышение кислотного числа (в 2 раза) произошло в печенье, упакованном в гофрокороб, и составило 3,9 мг КОН/г (рисунок 4а). Необходимо отметить, что при органолептической оценке растворимого печенья, упакованного в гофрокороб, начальные признаки окислительной порчи отмечены уже после трех месяцев хранения, что соответствует значениям кислотного числа 3,6 мг КОН/г, а индекса стабильности – 1,73. Кислотное число печенья, упакованного как в полипропиленовую, так и в металлизированную упаковку, в процессе хранения увеличилось в 1,7 раза и в конце срока хранения составило 3,1 мг КОН/г. Окислительная стабильность печенья (рисунок 4б), упакованного в металлизированную упаковку, в течение срока хранения снижается на 6 %, упакованного в полипропиленовую упаковку – на 10 %, упакованного в гофрокороб – на 15 %.

Сопоставляя данные по динамике показателей окислительной порчи с органолептической оценкой, представляется возможным установить предельные значения кислотного числа и индекса стабильности, при которых печенье имеет хорошие органолептические характеристики без признаков окислительной порчи: кислотное число – не более  $(3,4 \pm 0,02)$  мг КОН/г, индекс стабильности – не менее  $1,75 \pm 0,04$ .

Значения кислотного числа и индекса стабильности растворимого печенья, упакованного как в полипропиленовую, так и в металлизированную упаковку, на протяжении шести месяцев хранения не достигают предельных значений, что подтверждается высокой органолептической оценкой.

Зависимость изменения кислотного числа жира растворимого печенья ( $Y$ ) от продолжительности хранения ( $x$ ) описывается уравнением регрессии второго порядка (1). Изменение индекса стабильности растворимого печенья в процессе хранения описывается уравнением регрессии первого порядка:

$$Y = k_0 + k_1 x, \quad (2)$$

где  $Y$  – индекс стабильности растворимого печенья, %;  
 $x$  – продолжительность хранения, мес;  
 $k_0, k_1$  – коэффициенты в уравнении регрессии.

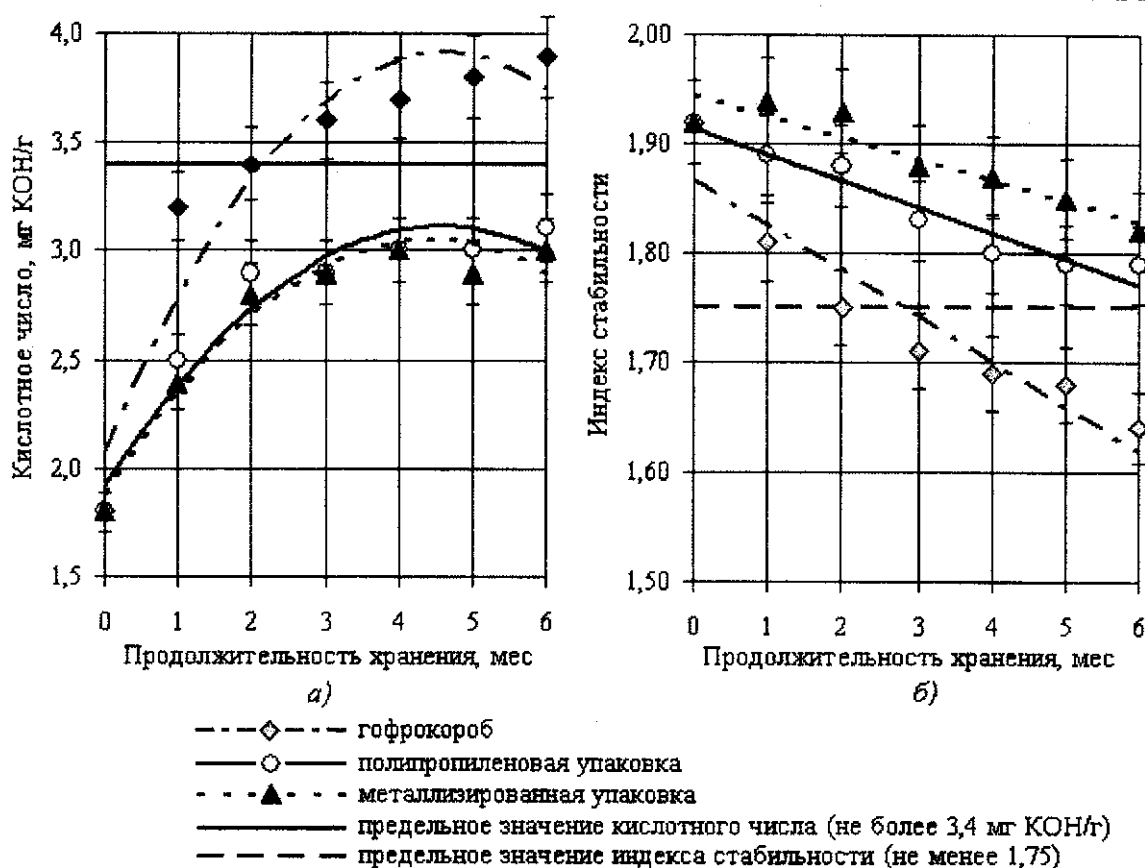


Рисунок 4 – Изменение кислотного числа жира и индекса стабильности печенья в течение 6 месяцев хранения

Значения коэффициентов для уравнений регрессии (1) и (2) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов для уравнений регрессии (1) и (2)

Вид упаковки	Значение коэффициентов						
	кислотное число				индекс стабильности		
	$k_0$	$k_1$	$k_2$	коэффициент корреляции R	$k_0$	$k_1$	коэффициент корреляции R
Гофрокороб	2,06	0,80	-0,09	0,91	1,88	-0,04	0,91
Полипропиленовая упаковка	1,94	0,51	-0,06	0,90	1,92	-0,03	0,95
Металлизированная упаковка	1,87	0,54	-0,06	0,95	1,95	-0,02	0,87

Растворимое печенье предназначено для питания детей раннего возраста (с 6 месяцев), поэтому особое внимание необходимо уделять контролю микробиологических показателей, так как маленькие дети особенно уязвимы для патогенных микроорганизмов. Изучены микробиологические показатели растворимого печенья на протяжении шести месяцев хранения с интервалом три месяца, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Микробиологические показатели растворимого печенья

Показатели	Требования ТНПА		Результаты исследований		
			продолжительность хранения, мес		
	[4]	[5]	0	3	6
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более $1 \times 10^4$		$< 1 \times 10^3$		$6 \times 10^3$
БГКП (колиформы)	в 1,0 г не допускаются		в 1,0 г не выявлены		
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	в 50 г не допускаются		в 50 г не выявлены		
Плесени, КОЕ/г	не более 100	не более 50	$< 1 \times 10^3$		
Дрожжи, КОЕ/г	не более 50	не более 10	$< 1 \times 10^3$		$5 \times 10^3$

Как видно из таблицы 3, на протяжении трех месяцев хранения микробиологические показатели растворимого печенья не изменяются. После шести месяцев хранения увеличивается количество дрожжей и КМАФАнМ, значения которых не превышают требований, установленных в [4, 5].

#### **Заключение**

В результате проведенных исследований установлено, что растворимое печенье, упакованное в металлизированную и полипропиленовую упаковку, по показателям качества и безопасности соответствует требованиям ТНПА, при этом в качестве упаковочного материала предпочтительнее использовать металлизированную упаковку.

Хранение растворимого печенья в гофрокоробе недопустимо, так как приводит к существенному изменению показателей качества и безопасности готовой продукции.

Полученные результаты о процессах, происходящих при хранении растворимого печенья, и установленные аналитические зависимости позволяют прогнозировать изменение его показателей качества и безопасности на любом этапе хранения и могут быть использованы для продления срока годности растворимого печенья с целью повышения его конкурентоспособности на рынке.

#### **Литература**

- 1 Олейникова, А.Я. Практикум по технологии кондитерских изделий / А.Я. Олейникова, Г.О. Магомедов, Т.Н. Мирошникова; под ред. Г.О. Магомедова. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 480 с.
- 2 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к организации производства пищевых продуктов, предназначенных для питания детей», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 71 от 24.06.2009 г.
- 3 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза сроков годности (хранения) и условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов, отличающихся от установленных в действующих технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 119 от 01.09.2010 г.
- 4 Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 г. № 299.
- 5 Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 63 от 09.06.2009 г.

*Поступила в редакцию 09.11.2012*