

УДК 664.681.1  
AGRIS Q02

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/19>

## КРИТИЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

©*Гусева Т. Б.*, SPIN-код: 9869-9954, канд. биол. наук, Научно исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва, Россия, [lepp2008@mail.ru](mailto:lepp2008@mail.ru)

©*Солдатова С. Ю.*, ORCID: 0000-0001-6635-8118, SPIN-код: 5096 1614, канд. техн. наук, Научно-исследовательский институт проблем хранения Росрезерва, г. Москва, Россия, [soldatova.sy@mail.ru](mailto:soldatova.sy@mail.ru)

## CRITICAL INDICATORS OF OXIDATIVE STABILITY OF CONFECTIONERY PRODUCTS

©*Guseva T.*, SPIN-code: 9869-9954, Ph.D., Research Institute for Storage Problems of the Federal Reserve, Moscow, Russia, [lepp2008@mail.ru](mailto:lepp2008@mail.ru)

©*Soldatova S.*, ORCID: 0000-0001-6635-8118, SPIN-code: 5096 1614, Ph.D., Research Institute for Storage Problems of the Federal Reserve, Moscow, Russia, [soldatova.sy@mail.ru](mailto:soldatova.sy@mail.ru)

*Аннотация.* Представлены результаты ускоренных испытаний печенья сдобного с массовой долей жира 17%, хранившегося при двух температурах: +40°C и +50°C, с ежемесячной оценкой показателей. Целью эксперимента было установление критических органолептических и физико-химических показателей, позволяющих объективно оценивать процессы окислительной порчи в кондитерских изделиях. Наряду со стандартными показателями, установленными ГОСТ Р 70412, дополнительно определяли кислотное число и органолептические характеристики по разработанной методике с применением балльной шкалы.

*Abstract.* The article presents the results of accelerated tests of pastry biscuits with a mass fraction of fat of 17%, stored at two temperatures: +40°C and +50 °C, with a monthly assessment of indicators. The aim of the experiment was to establish critical organoleptic and physico-chemical parameters that allow an objective assessment of the processes of oxidative spoilage in confectionery products. Along with the standard indicators established by GOST R 70412 (1), the acid number and organoleptic characteristics were additionally determined according to the developed methodology using a point scale.

*Ключевые слова:* кондитерские изделия, печенье сдобное, окислительная порча, ускоренное старение, органолептические показатели, физико-химические показатели, комплексная оценка качества

*Keywords:* confectionery, pastry, oxidative spoilage, accelerated aging, organoleptic parameters, physico-chemical parameters, comprehensive quality assessment

При хранении пищевых продуктов, в том числе, кондитерских изделий, происходят физико-химические и микробиологические процессы, обуславливающие ухудшение их органолептических характеристик [1].

Если направление и скорость физических и микробиологических изменений кондитерских изделий в процессе хранения определяются в основном технологией производства, то характер окислительных изменений обусловлен, прежде всего, качеством используемых жиров и жиросодержащего сырья. Кроме того, имеет место гидролитическое прогоркание, которое почти всегда связано с действием ферментов, особенно липаз, и обусловлено ингредиентами, не подвергшимися достаточной термической обработке. Сложный механизм процесса окисления означает возможность одновременного образования целого ряда продуктов, тип и концентрация которых зависят от действия различного рода инициаторов окисления. Это могут быть энергия света или других типов излучения, тепловая энергия, концентрация кислорода в окружающей среде, площадь поверхности, подвергающейся воздействию кислорода, состав жирных кислот липидов, уровни содержания эндогенных антиоксидантов или катализаторов окисления, температура хранения продукта [2].

Процессы окислительной порчи провоцируют появление посторонних привкусов, прогорклости, в конечном итоге приводят к полной органолептической неприемлемости продукта независимо от его физхимии.

Процессы окислительной порчи можно замедлить, используя в рецептурах кондитерских изделий жиры, содержащие насыщенные жирные кислоты. Дополнительные рекомендации по увеличению хранимоспособности кондитерских изделий включают увеличение предельных величин индукционного периода жировой фракции, уменьшение перекисного числа жира в сырье и полуфабрикатах, введение антиоксидантов [2].

В основу методологии определения сохранности многокомпонентных кондитерских систем заложен комплексный подход, основанный на изучении закономерностей процессов окислительной порчи и миграции жиров. Изменение качества кондитерских изделий при хранении происходит по трем взаимосвязанным направлениям: окислительные, микробиологические и физические процессы.

Мучные кондитерские изделия группы печенья относятся к изделиям с низкой влажностью (массовая доля влаги менее 10%). В такой продукции протекают, преимущественно, процессы окислительной порчи жиров [3, 4]. Повышение температуры хранения приводит к увеличению скорости этих процессов. Следовательно, для моделирования изменений качества за более короткий период хранения, чем фактический срок годности, можно применять метод ускоренного старения.

Метод ускоренного старения включает исследование продукта при повышенных температурах, при этом продукт проходит свой «жизненный цикл» за существенно более короткий период времени, чем при натурном хранении. Полученные результаты экстраполируют на обычные условия хранения, используя уравнение Аррениуса.

#### *Материалы и методы*

Действующий ГОСТ Р 70412 «Изделия кондитерские. Руководящие указания по установлению и подтверждению сроков годности» (1) предполагает проведение ускоренных испытаний как часть работ для установления сроков годности. В качестве наиболее информативных показателей рассматриваются: содержание сальмонелл в первой и последней контрольной точке эксперимента, органолептические характеристики, перекисное число (ПЧ)

Объект исследования: печенье сдобное из муки пшеничной высшего сорта с содержанием жира 17% и сроком годности 18 мес.

Для выявления критичных органолептических и физико-химических показателей, позволяющих объективно оценивать процессы окислительной порчи, в ФГБУ НИИПХ Росрезерва была разработана «Методика ускоренного старения для кондитерских изделий», в

которой наряду со стандартными показателями, установленными ГОСТ Р 70412, дополнительно определяли кислотное число (КЧ) и органолептические характеристики по оригинальной методике с применением балльной шкалы.

Микробиологические испытания проводили по стандартным методам. Органолептические показатели определяли по ГОСТ 5897 (2) и по разработанной в ФГБУ НИИПХ «Методике органолептической оценки кондитерских изделий с применением балльной шкалы». Наряду с органолептической оценкой определяли физико-химические показатели, характеризующие изменение химического состава и пищевой ценности продуктов при хранении: КЧ и ПЧ — по МИ 2586, п. 7 и п. 8 соответственно (3).

На начальном этапе эксперимента перед закладкой на хранение были проведены испытания опытных образцов кондитерских изделий на соответствие ТР ТС 021/2011 (4), ГОСТ 24901 (5). В начале эксперимента опытные образцы соответствовали всем установленным требованиям.

В эксперименте по ускоренному старению хранение кондитерских изделий осуществлялось при двух температурах: +40°C и +50°C, с ежемесячной оценкой показателей.

#### *Результаты исследований*

Одним из критериев подтверждения качества кондитерских изделий является выраженное сохранение требуемых органолептических свойств. Органолептическая оценка является общим показателем, отражающим комплекс изменений липидной и белковой части продукта [5].

В работе для определения качества печенья использовалась комплексная органолептическая оценка как сумма среднеарифметических оценок по каждому отдельному показателю с учетом коэффициентов весомости. Максимальные коэффициенты весомости были установлены для наиболее лабильных и значимых показателей – вкуса и запаха (Таблица). Суммарная органолептическая оценка рассчитывалась по 100-балльной шкале. Критическим, согласно методике, принято считать снижение суммарной балльной оценки на 15% или снижение балльной оценки по индивидуальному показателю на 20%.

Таблица

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЕСОМОСТИ ДЛЯ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

<i>Органолептические показатели</i>	<i>Коэффициент весомости</i>	<i>Максимальная оценка с учетом коэффициента весомости</i>
Вкус	10	50
Запах	5	25
Цвет	3	15
Поверхность	1	5
Вид в изломе	1	5

На Рисунке 1 представлен график динамики комплексной органолептической оценки печенья сдобного, хранившегося при повышенных температурах в течение 7 месяцев. При +40°C первые признаки ухудшения органолептических характеристик наблюдались после 3-го месяца хранения с последующим быстрым снижением комплексной балльной оценки. Ухудшение органолептики печенья выражается в появлении сначала легкого постороннего послевкусия и слабого несвойственного изделию запаха, которые затем переходят в привкус горечи и запах прогорклости с нарастанием интенсивности признака. После 6 месяцев эксперимента это снижение практически достигло предельных значений, то есть более 15% суммарной балльной оценки.

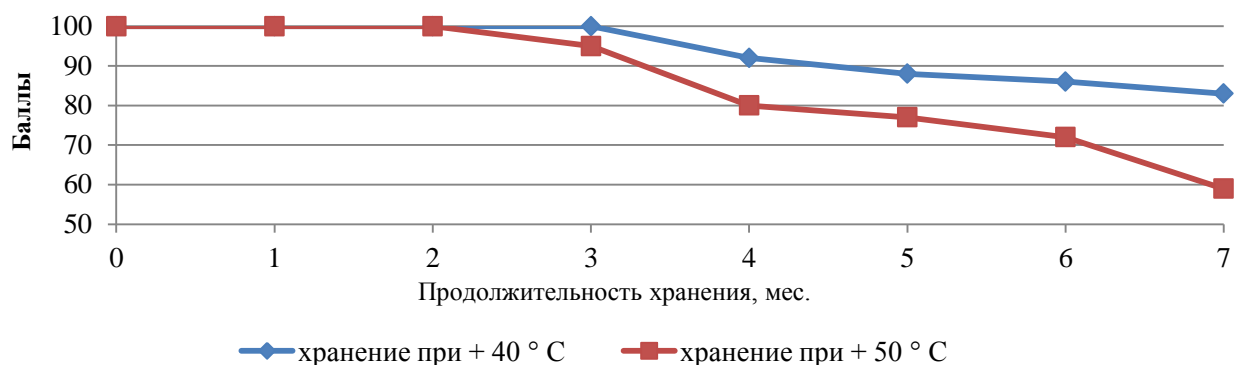


Рисунок 1. Органолептическая оценка печени сдобного при хранении в условиях повышенных температур

Хранение печени при температуре +50°C вызывает аналогичные изменения в органолептике продукта, но ухудшение качества происходит значительно быстрее и с большей интенсивностью. Суммарная балльная оценка достигает предельного значения уже после 4 месяцев ускоренного старения, после 5 месяца ПЧ стремительно растет и к 7 месяцу эксперимента в 2 раза превышает критическую величину (Рисунок 2).

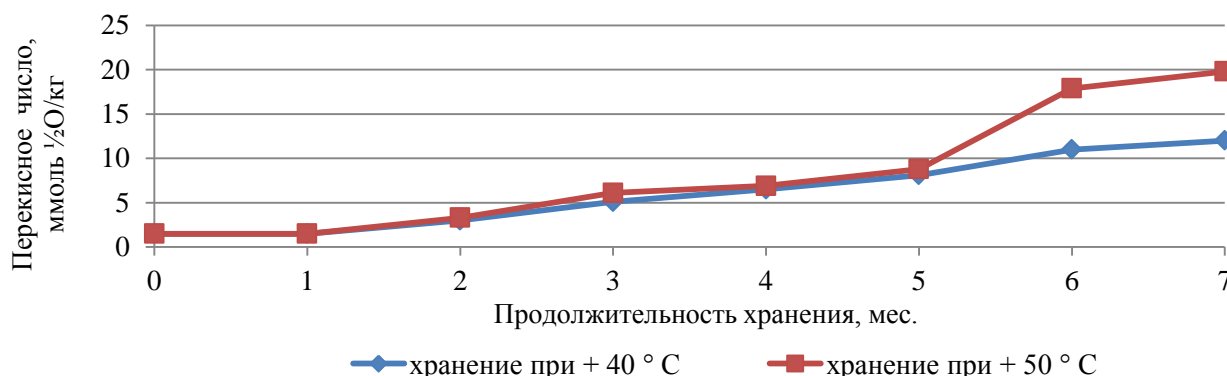


Рисунок 2. Перекисное число печени при хранении в условиях повышенных температур

ПЧ отражает накопление первичных продуктов окисления жиров, перекисей и гидроперекисей. В процессе хранения печени ПЧ обнаруживает тенденцию к увеличению, что свидетельствует о нарастании окислительных процессов. Критического значения 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg ПЧ достигло после 5 месяцев хранения, к седьмому месяцу этот показатель был выше начального значения более чем в 8 раз для температуры +40°C и более чем в 12 раз для температуры +50°C. С этими данными коррелирует изменение КЧ (Рисунок 3). КЧ жира в пищевых продуктах является мерой гидролиза триглицеридов и характеризует количество свободных жирных кислот. Скорость окисления свободных жирных кислот значительно выше, чем триглицеридов, в состав которых кислоты входят в связанном состоянии, поэтому гидролиз жиров, протекающий в процессе хранения, сопровождается интенсивным окислением. Значение КЧ опытных образцов при закладке на хранение было равно 2,8 мг КОН/г, что свидетельствует о невысокой степени гидролитических изменений жировой фракции. За время эксперимента отмечена тенденция роста увеличения КЧ уже после первого месяца ускоренного старения. После 4-5 месяцев рост КЧ становится очень быстрым, что свидетельствует об ускорении процессов разложения триглицеридов и окисления жиров. Динамика значений КЧ в исследуемых образцах печени коррелирует с динамикой органолептических показателей, так как деструкция жиров сопровождается

накоплением продуктов распада и окисления, что отражается на органолептических характеристиках продукта.

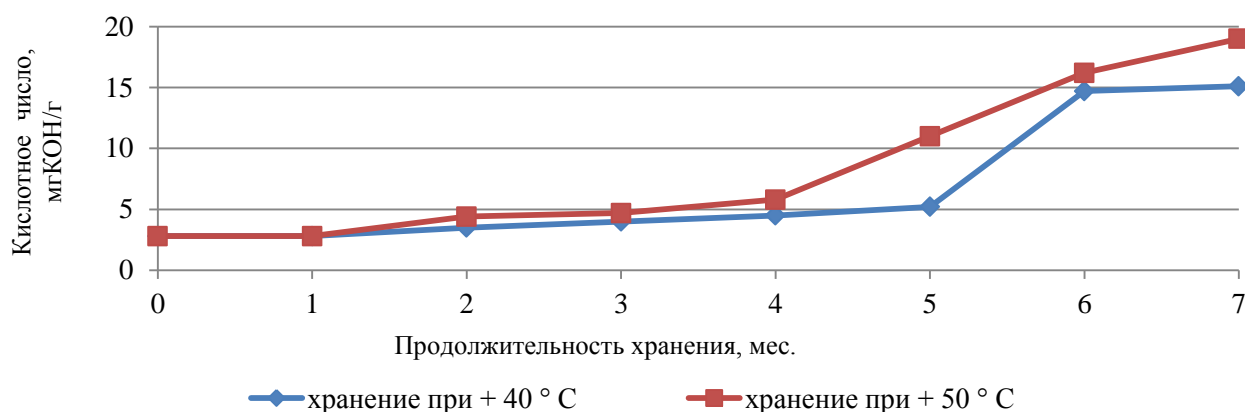


Рисунок 3. Кислотное число печени при хранении в условиях повышенных температур

Согласно ГОСТ Р 70412 хранение кондитерских изделий при температуре +50°C ускоряет окислительные процессы в 3-4 раза. Учитывая, что после 5 месяцев хранения при агgravированной температуре печенье можно признать недоброкачественным по органолептическим и физико-химическим показателям (прогорклый запах, горький вкус, ПЧ более 10 ммоль<sup>1/2</sup>O/кг), а срок годности, установленный изготовителем, равен 18 месяцам, можно принять коэффициент старения равным 4.

При этом и органолептические, и физико-химические показатели хорошо коррелируют между собой, что свидетельствует об их неслучайности и информативности. Таким образом, считаем целесообразным в качестве индикатора окислительной порчи наряду с ПЧ использовать КЧ как один из критичных показателей деструкции триглицеридов, накопления свободных жирных кислот и процессов первичного окисления жировой фракции.

#### Источники

- (1). ГОСТ Р 70412 Изделия кондитерские. Руководящие указания по установлению и подтверждению сроков годности.
- (2). ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей.
- (3). МИ 2586-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Перекисное, кислотное и йодное число жира в кондитерских изделиях. Методики выполнения измерений.
- (4). Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции.
- (5). ГОСТ 24901-2023 Печенье. Общие технические условия

#### Список литературы:

1. Кондратьев Н. Б., Руденко О. С., Осипов М. В., Баженова А. Е. Прогнозирование срока годности кондитерских изделий в условиях ускоренного хранения: обзор предметного поля // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. №4. С. 22-39. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.354>
2. Солдатова Е. А., Мистенева С. Ю., Савенкова Т. В. Условия и критерии обеспечения хранимоспособности кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2019. №5. С. 82-85.

3. Скокан Л. Б., Аксенова Л. М., Кондратьев Н. Б. Основные аспекты прогнозирования и обеспечения увеличенных сроков годности кондитерских изделий // Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов: Материалы всероссийской конференции. Углич. 2010. С. 229-234.

4. Кондратьев Н. Б., Геворкян А. Л., Савенкова Т. В., Аксенова Л. М. Исследование состояния влаги в кондитерских изделиях для прогнозирования сроков годности // Актуальные проблемы в области создания инновационных технологий хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов. 2011. С. 90-91.

5. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав, свойства и применение. СПб.: Профессия, 2007. 752 с.

#### References:

1. Kondrat'ev, N. B., Rudenko, O. S., Osipov, M. V., & Bazhenova, A. E. (2022). Prognozirovanie sroka godnosti konditerskikh izdelii v usloviyakh uskorennoy khraneniya: obzor predmetnogo polya. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*, (4), 22-39. (in Russian). <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.354>

2. Soldatova, E. A., Misteneva, S. Yu., & Savenkova, T. V. (2019). Usloviya i kriterii obespecheniya khranimosposobnosti konditerskikh izdelii. *Pishchevaya promyshlennost'*, (5), 82-85. (in Russian).

3. Skokan, L. B., Aksenova, L. M., & Kondrat'ev, N. B. (2010). Osnovnye aspekty prognozirovaniya i obespecheniya uvelichennykh srokov godnosti konditerskikh izdelii. In *Aktual'nye problemy v oblasti sozdaniya innovatsionnykh tekhnologii khraneniya sel'skokhozyaistvennogo syr'ya i pishchevykh produktov: Materialy vserossiiskoi konferentsii, Uglich*, 229-234. (in Russian).

4. Kondrat'ev, N. B., Gevorkyan, A. L., Savenkova, T. V., & Aksenova, L. M. (2011). Issledovanie sostoyaniya vlagi v konditerskikh izdeliyakh dlya prognozirovaniya srokov godnosti. In *Aktual'nye problemy v oblasti sozdaniya innovatsionnykh tekhnologii khraneniya sel'skokhozyaistvennogo syr'ya i pishchevykh produktov* (pp. 90-91). (in Russian).

5. O'Braien, R. (2007). Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav, svoistva i primenenie. St. Petersburg. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 06.10.2024 г.

Принята к публикации  
12.10.2024 г.

#### Ссылка для цитирования:

Гусева Т. Б., Солдатова С. Ю. Критичные показатели окислительной стабильности кондитерских изделий // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №11. С. 146-151. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/19>

#### Cite as (APA):

Guseva, T. & Soldatova, S. (2024). Critical Indicators of Oxidative Stability of Confectionery Products. *Bulletin of Science and Practice*, 10(11), 146-151. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/108/19>