



РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 664.762

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.001

 EDN: WXKW BW

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПШЕНА ШЛИФОВАННОГО

**Лариса Егоровна Мелёшкина¹, Анна Владимировна Снегирева²,
Ольга Николаевна Мусина³, Анастасия Сергеевна Стрельцова⁴**

^{1,2,3,4} Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

¹ meleshkina_le@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3630>

² sne.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2461-1848>

³ musinaolga@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

⁴ nekrasik-93@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается важная проблема ускорения установления сроков годности пшена, что особенно актуально с учетом потребности в пролонгации сроков годности круп и обеспечении качества такой продукции. Описан метод определения сроков годности пшена с помощью ускоренного старения при повышенных температурах. Основной задачей исследования был анализ изменений в органолептических, физико-химических и микробиологических показателях пшена шлифованного в процессе хранения при различных температурах. Установлено, что оптимальные условия для реализации ускоренного метода оценки сроков годности пшена обеспечиваются при хранении при температуре 40 °С. Такой режим позволяет значительно сократить длительность установления сроков годности пшена – с 9 месяцев до 78 дней, при этом крупа сохраняет все необходимые показатели качества в соответствии с требованиями стандарта. При данной температуре можно проводить и более длительное хранение, рассчитав контрольные точки согласно модели Аррениуса и критерия Q10. При этом контролировать достаточно показатели, заложенные в ГОСТ 572-2016 и кислотное число жира. Таким образом, исследование позволяет оптимизировать процесс установления сроков годности круп на примере пшена.

Ключевые слова: пшено, ускоренное хранение, температура хранения, кислотность, кислотное число жира, влажность, микробиологические показатели крупы, органолептические показатели крупы.

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 075-03-2024-105, номер темы FZMM-2024-0003, рег. № НИОКТР 124013000666-5).

Для цитирования: Мелёшкина Л.Е., Снегирева А.В., Мусина О.Н., Стрельцова А.С. Прогнозирование ускоренным методом сроков годности пшена шлифованного // Ползуновский вестник. 2024. № 3. С. 7 – 13. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.03.001, EDN: <https://elibrary.ru/wxkw bw>.

FORECASTING EXPIRATION DATES MILLET GROUND BY THE ACCELERATED METHOD

**Larisa E. Meleshkina¹, Anna V. Snegireva², Olga N. Musina³,
Anastasia S. Streltsova⁴**

^{1,2,3,4,5} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

¹ meleshkina_le@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0812-3630>

² sne.anna@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2461-1848>

³ musinaolga@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

⁴ nekrasik-93@mail.ru

Abstract. The article deals with the important problem of speeding up the establishment of the shelf life of millet, which is especially important given the need to prolong the shelf life of cereals and ensure the quality of such products. A method for determining the shelf life of millet using accelerated aging at elevated temperatures is described. The main objective of the study was to analyze changes in the organoleptic, physicochemical and microbiological parameters of millet ground during storage at various temperatures. It has been established that optimal conditions for the implementation of an accelerated method for estimating the shelf life of millet are provided when stored at a temperature

© Мелёшкина Л. Е., Снегирева А. В., Мусина О. Н., Стрельцова А. С., 2024

of 40 ° C. This mode allows you to significantly reduce the duration of setting the shelf life of millet – from 9 months to 78 days, while the cereal retains all the necessary quality indicators in accordance with the requirements of the standard. At this temperature, longer storage can also be carried out by calculating control points according to the Arrhenius model and the Q10 criterion. At the same time, it is enough to control the indicators laid down in GOST 572-2016 and the acid number of fats. Thus, the study makes it possible to optimize the process of setting the shelf life of cereals using the example of millet.

Keywords: millet, accelerated storage, storage temperature, acidity, acid number of fats, humidity, microbiological parameters of cereals, organoleptic parameters of cereals.

Acknowledgments: This work was supported by the project № 075-03-2024-105, FZMM-2024-0003, 124013000666-5 from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation.

For citation: Meleshkina L. E., Snegireva A.V., Musina O.N., Streltsova A.S. (2024). Forecasting the shelf life of millet ground by the accelerated method. Polzunovskiy vestnik. (3), 7-13. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.03.001. EDN: <https://elibrary.ru/WXKWBW>.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях высокой конкуренции актуальным является пролонгации сроков годности пищевых продуктов, что дает возможность транспортировки продуктов питания на большие расстояния без потери качества и безопасности [1].

На сегодняшний день государственными стандартами на большую часть пищевых продуктов предусмотрено установление срока годности изготовителями. Таким образом, в зависимости от технологических режимов производства сроки годности продуктов могут меняться. Стандартные методы подтверждения сроков годности предполагают длительные испытания, которые для нескорпортующихся продуктов ресурсозатратны.

Множество исследований посвящено поиску возможности сократить длительность таких испытаний. Так, известен метод быстрого, точного и бюджетного установления ресурса срока годности продукта с жировым компонентом и оставшегося срока хранения на основе изменений физико-химических свойств образца, которые зависят от длительности хранения. Патентованный подход включает извлечение жира из продукта, измерение времени индукции, определение истекшего срока годности путем интерполяции на эталонной кривой значения времени индукции и расчет ресурса срока годности как разницу между установленным сроком годности и прошедшим сроком хранения [2].

Широко распространение получили методы ускоренного старения в условиях повышенных температур [3-11]. Вместе с тем такой подход не является универсальным для всех продуктов, поэтому исследованиям должен подвергаться каждый анализируемый объект.

Цель исследований – поиск возможности ускорения оценки сроков годности пшена шлифованного и разработка метода реализации предлагаемого способа.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

- обоснование сроков и температур хранения пшена шлифованного;
- определение контрольных точек для оценки показателей качества;
- исследование органолептических, физико-химических и микробиологических показателей

пшена шлифованного в процессе хранения и анализ полученных результатов.

МЕТОДЫ

Работа проводилась на лабораторной базе ЦКИ «АлтайБиоЛакт» АлтГТУ.

Объектом исследований являлось пшено шлифованное высшего сорта, соответствующее требованиям ГОСТ 572-2016.

Органолептический анализ пшена шлифованного осуществлялся по ГОСТ 26312.2. Кислотность пшена определяли по методу, описанному в ГОСТ 26971, массовую долю влаги – в соответствии с по ГОСТ 26312.7-88, а кислотное число жира – по методике, изложенной в ГОСТ 31700-.

Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в исследуемых образцах определяли на плотной питательной среде КМАФАнМ в соответствии с ГОСТ 10444.15-94. Количество дрожжей и плесневых грибов в исследуемых образцах определяли на плотной питательной среде Сабуро в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013.

Относительную влажность воздуха при хранении пшена и температуру контролировали с помощью логгера Librotech SX100 (ООО "Либротех", Россия).

Определение вкуса, запаха и цвета крупы проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 26312.2. Критерии оценки представлены в таблице 1, итоговую сумму баллов рассчитывают с учетом коэффициентов весомости (таблица 2).

Комплексная бальная оценка не менее 86 баллов свидетельствует о том, что пшено по органолептическим характеристикам близко к свежесвыработанному (норма свежести), пригодно к употреблению в пищу, имеют запас хранения.

Комплексная бальная оценка от 60 до 85 баллов (норма годности) – пшено пригодно к употреблению, но процессы окислительной порчи активизированы, необходимо внести изменения в программу испытаний в части контрольных точек, увеличив их количество в оставшийся период хранения не менее чем в два раза.

Комплексная бальная оценка ниже 60 баллов (норма или порог непригодности) – пшено непригодно в пищу.

Таблица 1 – Характеристики признаков качества пшена шлифованного и их оценки по 100-балльной шкале
Table 1 – Characteristics of the quality characteristics of millet millet and their evaluation on a 100-point scale

Признак качества	Характеристика признака	Бальная оценка с учетом коэффициента весомости, балл
Вкус	Свойственный, ярко выраженный, насыщенный	43-50 (отлично)
	Свойственный, достаточно выраженный	38-42 (хорошо)
	Свойственный, слабовыраженный	31-37 (удовлетворительно)
	Не свойственный, имеет посторонний привкус	Менее 30 (неудовлетворительно)
Запах	Свойственный, ярко выраженный, насыщенный	35-40 (отлично)
	Свойственный, достаточно выраженный	30-33 (хорошо)
	Свойственный, слабовыраженный	24-29 (удовлетворительно)
	Не свойственный, имеет посторонний привкус	Менее 24 (неудовлетворительно)
Цвет	Свойственный, яркий	10 (отлично)
	Свойственный	8-9 (хорошо)
	Легкое обесцвечивание	6-7 (удовлетворительно)
	Не свойственный, потемневший или обесцвеченный	Менее 6 (неудовлетворительно)

Таблица 2 – Распределение коэффициентов весомости при оценке пшена

Table 2 – Distribution of the coefficients of reliability in the evaluation of millet

Показатель	Максимальный балл	Коэффициент весомости	Балл с учетом коэффициента весомости
Вкус	5	10	50
Запах	5	8	40
Цвет	5	2	10
Сумма	-	20	100

Все исследования проводились в условиях повторяемости и обрабатывались статистически. В разделе «Результаты и их обсуждение» приведены средние значения показателей.

С помощью модели Аррениуса и критерия Q10 проводился расчет сроков хранения пшена шлифованного.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая схема проведения исследований приведена на рисунке 1. Поскольку ближе к концу гарантированного производителем срока годности пшена возможно ускорение процесса порчи хранящейся крупы, интервал контрольных точек в этот период уменьшен. Программа испытаний приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Программа испытаний (контрольные точки)
Table 3 – Test program (control points)

Процент от срока годности	25	50	65	80	90	100	115
Нормальные испытания, сутки	68	135	176	216	243	270	311
Ускоренные испытания при 30°C, сутки	34	68	88	108	122	135	155
Ускоренные испытания при 40°C, сутки	17	34	44	54	61	68	78
Ускоренные испытания при 50°C, сутки	8	17	22	27	30	34	39
Ускоренные испытания при 60°C, сутки	4	8	11	14	15	17	19

Кислотность крупяных продуктов является важным показателем, позволяющим контролировать процесс распада основных пищевых веществ с образованием кислых продуктов в процессе хранения. Поскольку пшено шлифованное относится к крупам с повышенным содержанием жира, кислотность так же может косвенно отражать накопление свободных жирных кислот в результате гидролиза липидов под действием температуры. На рисунке 2 показано, как меняется кислотность пшена при хранении в режиме нормальных испытаний и ускоренным методом (при повышенной температуре).

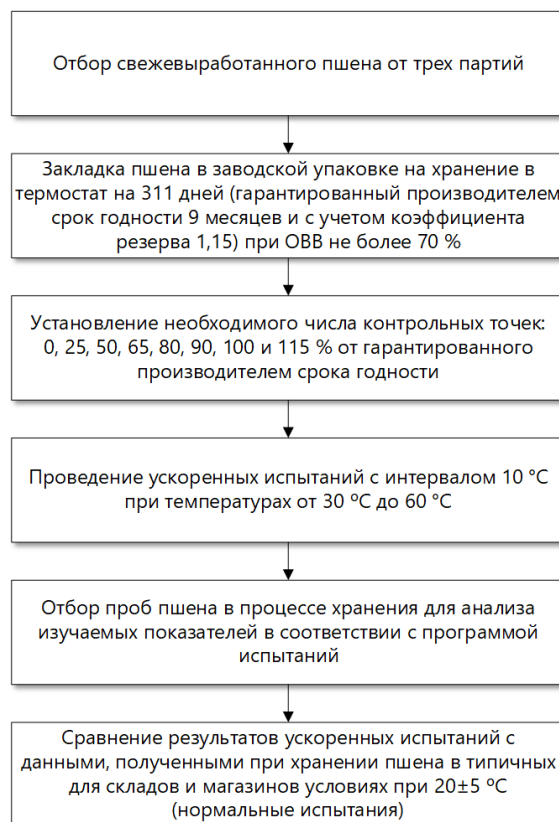


Рисунок 1 – Общая схема проведения исследования

Figure 1 – The general scheme of the study

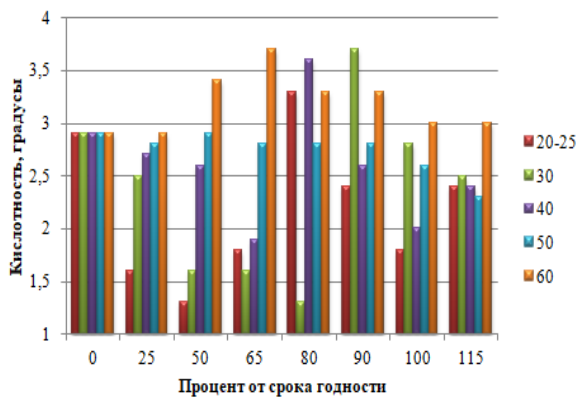


Рисунок 2 – Изменение кислотности пшена в процессе хранения при различных температурах

Figure 2 – Change in the acidity of millet in the storage process at different temperatures

Как показано на рисунке 2, повышение температуры хранения (60 °С) стимулирует протекание химических реакций, что приводит к образованию кислых продуктов и, соответственно, активному росту кислотности. Пшено шлифованное, хранящееся при более низкой температуре (50 °С), демонстрирует относительно стабильную каче-

ства, поскольку его кислотность практически не меняется и лишь незначительно снижается в конечном этапе хранения. При хранении пшена при температурах 30 °С и 40 °С на начальном периоде происходит снижение кислотности в результате образования щелочных продуктов.

При реализации нормальных испытаний пшена (хранение при 20±5 °С в течении 311 дней) кислотность снижается на 0,5 градусов по сравнению с исходным значением и составляет 2,4 градуса. Максимально близкое значение кислотности со стандартными образцами в последней контрольной точке имеют образцы, хранившиеся при 40 °С и 50 °С. При этом динамика схожая с нормальными испытаниями по кислотности наблюдается и у образцов, хранившихся при 40 °С.

Относительно небольшой срок годности пшена шлифованного по сравнению с другими видами круп связан с наличием в пшене большого количества жира, подверженного прогорканию. Отследить этот процесс позволяет исследование динамики кислотного числа жира (КЧЖ) при хранении. Величина КЧЖ характеризует наличие свободных жирных кислот в испытуемом образце. Результат этой серии экспериментов визуальным образом представлен на рисунке 3.

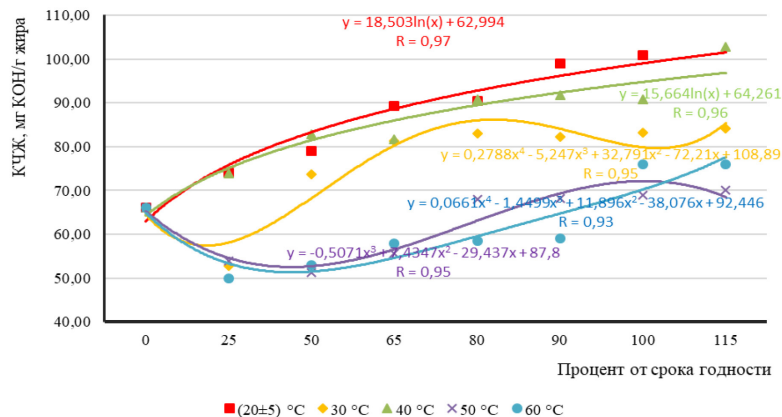


Рисунок 3 – Изменение КЧЖ пшена в процессе хранения при различных температурах

Figure 3 – Change of millet's KCF during storage at different temperatures

Установлено (рис. 3), что с увеличением продолжительности хранения КЧЖ растет, причем, как ни парадоксально, при низких температурах гидролиз происходит более интенсивно – образец пшена, хранившийся в режиме нормальных испытаний, продемонстрировал наибольшую величину КЧЖ.

По-видимому, при относительно низких температурах хранения (20-40 °С) преобладает действие липолитических ферментов, при этом в ходе гидролиза жиров образуются свободные жирные кислоты и КЧЖ растет. В то время как в пшене, хранящемся при относительно высоких температурах жир гидролизует до альдегидов и кетонов, не дающих реакции со щелочью, что сказывается на снижении КЧЖ. В пользу этой гипотезы говорит то, что максимально близкое к контрольному образцу значение кислотного числа жира отмечено в пшене, хранившемся при 40 °С.

Известно, что биохимические процессы про-

исходят в водной среде, и скорость реакций снижается зависит от массовой доли влаги в исследуемом образце. Оценка динамики массовой доли влаги в пшене (рисунок 4) помогает понять, как изученные режимы влияют на процесс хранения, что позволит повысить качество хранящейся крупы и предложить упреждающие меры для минимизации потерь пищевой продукции.

Изученные нами образцы пшена шлифованного соответствовали требованиям ГОСТ, в том числе и по показателю массовой доли влаги – 10,9 % (при максимально возможной нормируемой стандартом величине в 14 %). При этом в процессе хранения пшена в заводской упаковке при нормальных условиях привело к дополнительной потере влаги (значение уменьшилось на 1,5 %). При хранении образцов в условиях повышенных температур потеря влаги ускорилась.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПШЕНА ШЛИФОВАННОГО

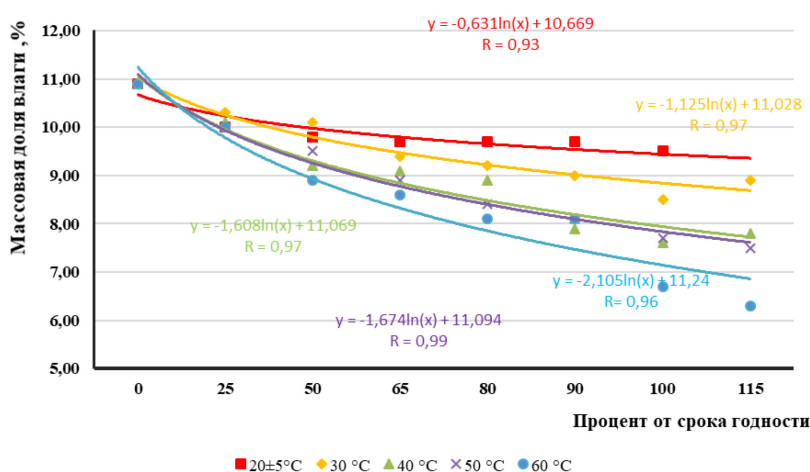


Рисунок 4 – Изменение массовой доли влаги в пшене в процессе хранения при различных температурах

Figure 4 – Change in the mass fraction of moisture in millet during storage at different temperatures

Для крупы, в том числе и пшена шлифованного, нет нормативов по показателям микробиологической безопасности. Тем не менее, известно, что деятельность микрофлоры может приводить к различным негативным последствиям при хранении растительного сырья, например, в качестве такого явления можно упомянуть самосогревание зерна, приводящее к полной потере качества зерновой массы при непринятии мер к остановке процесса. Относительно крупы – деятельность микроорганизмов может спровоцировать различные ферментативные реакции, что скажется и на качестве пшена, изменении его физико-химических и органолептических характеристик. Поэтому в хранящихся образцах пшена шлифованного в соответствии с программой испытаний дополнительно изучены следующие показатели: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов КМАФАнМ, а также дрожжей и плесеней (рисунок 5, 6). Дрожжи не обнаружены ни в одном образце при любом режиме и сроке хранения.

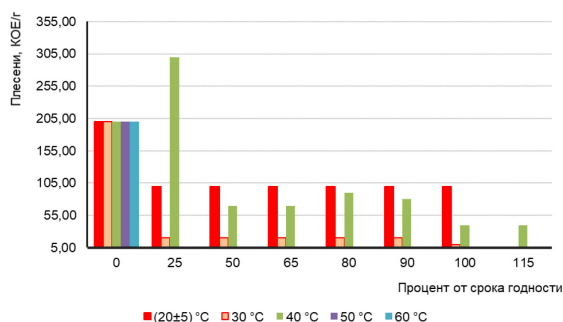


Рисунок 5 – Количество плесеней в пшене в процессе хранения при различных температурах

Figure 5 – The number of molds in millet during storage at various temperatures

Стартовое количество плесеней в пшене – 2×10^2 КОЕ/г. В процессе нормальных испытаний отмечено небольшое снижение этой величины в первой контрольной точке и дальнейшая стабилизация на этом уровне. Повышение температуры

сказывается на снижении количества плесеней, однако, при 40 °C наблюдается отличная от других температур динамика. Так, на первой контрольной точке происходит скачок в развитии, затем некоторая стабилизация при дальнейшем хранении и плавное снижение к концу срока хранения. Небольшое увеличение количества плесеней при 40 °C по истечении 80 % от срока хранения коррелирует со скачком кислотности и КЧЖ (рисунок 2, 3), что косвенно подтверждает нашу гипотезу о ключевом влиянии на этот процесс липолитических ферментов как результата жизнедеятельности плесеней. Дополнительно в пользу этой гипотезы говорит идентичный ход процессов в режиме нормальных испытаний и подавление плесени при высоких температурах (50, 60 °C) уже в начальном периоде хранения.

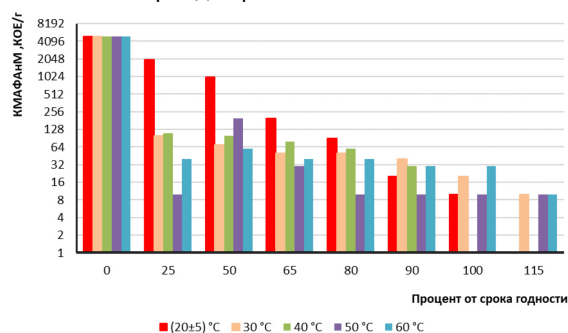


Рисунок 6 - КМАФАнМ в пшене в процессе хранения при различных температурах

Figure 6 - KMAFAnM in millet during storage at various temperatures

Общая микробная обсемененность при закладке пшена на хранение – 5×10^3 КОЕ/г. В процессе хранения КМАФАнМ снижается с ростом как температуры, так и срока хранения. Через 311 дней хранения в режиме нормальных испытаний большая часть мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов инактивирована. Изучено влияние режима хранения пшена на его органолептические показатели (рисунок 7).

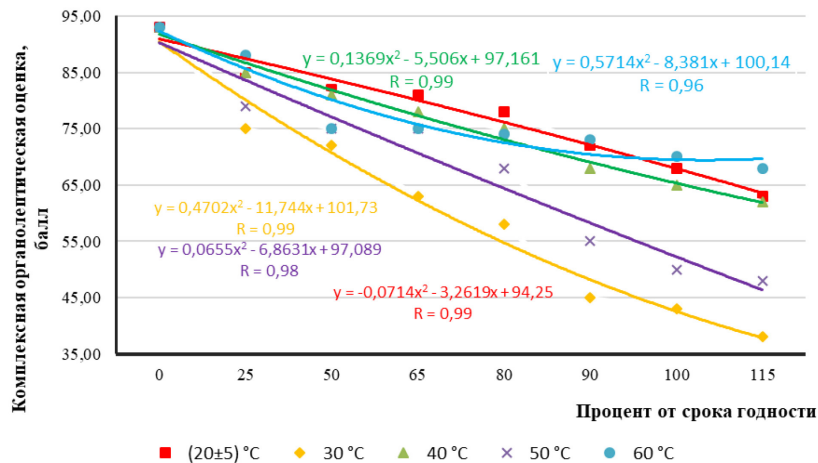


Рисунок 7 – Изменение органолептических показателей пшена в процессе хранения при различных температурах

Figure 7 – Changes in organoleptic parameters of millet during storage at different temperatures

Выявлено, что в пшене происходит снижение органолептических показателей в процессе хранения при любых изученных температурах. При этом хранение при температуре 60 °C оказывает стабилизирующее действие на вкус и запах пшена, ухудшается лишь его цвет, что возможно, связано с подавлением деятельности микрофлоры и инактивацией ферментов, а также снижением влажности и замедлением биохимических реакций. Активнее всего снижаются органолептические показатели пшена, хранившегося при 30 °C. Наиболее близкие значения со стандартными условиями хранения наблюдаются у образцов пшена, хранившихся при 40 °C. При этой же температуре наблюдаются схожие с нормальными условиями хранения микробиологические и биохимические процессы.

ВЫВОДЫ

Хранение при 30 °C не может быть рекомендовано для установления сроков годности пшена шлифованного высшего сорта в связи с активно протекающими биохимическими реакциями, приводящими к резкому ухудшению органолептических показателей, несопоставимых с нормальными условиями хранения.

Высокая температура хранения, наоборот, ведет к замедлению всех процессов и способствует сохранению органолептических показателей, чего не происходит в стандартных образцах.

Наиболее близкие к нормальным условиям испытаний физико-химические, органолептические и микробиологические показатели отмечены в образцах пшена, хранившихся при 40 °C. На конец срока хранения с учетом коэффициента резерва эти образцы имеют показатели качества, соответствующие требованиям ГОСТ 572-2016, что позволяет сократить длительность установления годности пшена шлифованного с 9 месяцев до 78 дней.

При данной температуре можно проводить и более длительное хранение, рассчитав контрольные точки согласно модели Аррениуса и критерия Q10. При этом контролировать достаточно показатели, заложенные в ГОСТ 572-2016 и кислотное число жира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терентьев, А. И. Способы увеличения сроков годности пищевых продуктов (обзор) / А. И. Терентьев, С. Л. Тихонов // Тенденции развития мировой торговли в XXI веке: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию учебного заведения, Пермь, 22–31 октября 2019 года. Пермь: Пермский институт (филиал) РЭУ им. Г.В.Плеханова, 2019. С. 241-248. EDN GQBPND.
2. Патент № 2732595 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/02. Способ определения ресурса срока годности пищевых продуктов : № 2019117523 : заявл. 05.06.2019 : опубл. 21.09.2020 / Е. А. Калмыкова, А. М. Кузьмичева, Н. Ю. Носкова ; заявитель Акционерное общество "Вимм-Билль-Данн". EDN CDAAUH.
3. Гурьева, К. Б. Прогнозирование сроков годности мясных консервов в реторт-пакетах по ускоренному эксперименту / К. Б. Гурьева, С. Ю. Солдатова // Сурский вестник. 2023. № 3(23). С. 66-70. DOI 10.36461/2619-1202_2023_03_011. EDN LGYTLJ.
4. Севостьянова Е.М. Изучение возможности применения методов ускоренного старения для прогнозирования сроков годности газированных безалкогольных напитков/ Е.М. Севостьянова, О.А. Соболева, И.Л. Ковалева, А.М. Алтаева//Актуальные вопросы индустрии напитков. 2019.-№3.С.196-200.
5. Прогноз сроков хранения продовольственных товаров на основе экспериментов, выполненных при повышенных температурах/ Ю.И. Сидоренко // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. 2013. № 3. С. 27–32 (часть 1); № 4. С. 30–32 (часть 2).
6. Прогнозирование срока годности кондитерских изделий в условиях ускоренного хранения: обзор предметного поля / Н. Б. Кондратьев, О. С. Руденко, М. В. Осипов, А. Е. Баженова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 4. С. 22-39. DOI 10.36107/spfr.2022.354. EDN VBCFQB.
7. Биотехнологические аспекты прогнозирования сроков годности пищевой продукции ускоренным методом / Л. Е. Мелешкина, А. В. Снегирева, А. В. Васильева [и др.] // Актуальная биотехнология. 2022. № 1. С. 105-109. EDN LWYYOR.
8. Школьников, М. Н. Возможность применения метода "ускоренного старения" для прогнозирования сроков годности безалкогольных бальзамов / М. Н. Школьников // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 1(12). С. 53-57. EDN KUFVJJ.
9. Матвеева, Н. А. Прогнозирование срока годности

методом ускоренного тестирования в технологии напитков функционального назначения / Н. А. Матвеева, А. Р. Хасанов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2016. № 4. С. 75-82. EDN YQDDFM.

10. Клавкина, Т. А. Прогнозирование сроков годности сиропов функциональной направленности с использованием метода «ускоренного старения» / Т. А. Клавкина, Н. Т. Пехтерева // Актуальные проблемы развития общественно-питания и пищевой промышленности : Материалы VI Международной научно-практической и научно-методической конференции, Белгород, 16 марта 2022 года. Белгород: Автономная некоммерческая организация высшего образования «Белгородский университет кооперации, экономики и права», 2022. С. 37-44. EDN BSKOMH.

11. Севостьянова, Е. М. Обзор методов "ускоренного старения" для обоснования сроков годности продуктов безалкогольной отрасли / Е. М. Севостьянова, А. В. Данилян // Пиво и напитки. 2018. № 3. С. 56-59. EDN YKWDAL.

12. Изменение физико-химического состава пивных напитков в результате их искусственного старения / Л. Н. Харламова, И. В. Лазарева, М. Ю. Синельникова [и др.] // Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие» : Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, 10–13 марта 2021 года. СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. С. 125-128. DOI 10.37539/MAR314.2021.99.10.014. EDN BVPVCB.

Информация об авторах

Л. Е. Мелёшкина – кандидат технических наук, доцент, в.н.с. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

А.В. Снегирева - кандидат технических наук, доцент, с.н.с. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

О.Н. Мусина – доктор технических наук, профессор, г.н.с. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

А.С. Стрельцова – инженер-исследователь ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

REFERENCES

1. Terentyev, A. I. & Tikhonov S. L. (2019). Ways to increase the shelf life of food products (review). Trends in the development of world trade in the XXI century : Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 55th anniversary of the educational institution, Perm, October 22-31, 2019. Perm: Perm Institute (branch) Plekhanov Russian University of Economics, 2019. pp. 241-248. EDN GQBPND. (In Russ.).

2. Kalmykova E. A., Kuzmicheva A.M. & Noskova N. Y. (2020). Method for determining the shelf life of food products: Patent No. 2732595 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/02. No. 2019117523 : application 05.06.2019 : publ. 09/21/2020; applicant Joint Stock Company "Wimm-Bill-Dann". EDN CDAAUH. (In Russ.).

3. Guryeva, K. B. & Soldatova S. Y. (2023). Forecasting the shelf life of canned meat in retort packages ac-

ording to an accelerated experiment. Sursky vestnik. 3(23). 66-70. DOI 10.36461/2619-1202_2023_03_011. EDN LGYTLJ. (In Russ.).

4. Sevostyanova E.M., Soboleva O.A., Kovaleva I.L. & Altaieva A.M. Sevostyanova E.M. (2019). Studying the possibility of using accelerated aging methods to predict the shelf life of carbonated soft drinks. Current issues of the beverage industry. 3.196-200. (In Russ.).

5. Sidorenko Yu.I. (2013). Forecast of shelf life of food products based on experiments performed at elevated temperatures. Storage and processing of agricultural products. (3). 27-32 (Part 1); 4. 30-32 (Part 2). (In Russ.).

6. Kondratiev N. B., Rudenko O. S., Osipov M. V. & Bazhenova A. E. (2022). Forecasting the shelf life of confectionery products in conditions of accelerated storage: a review of the subject field. Storage and processing of agricultural raw materials. (4). 22-39. DOI 10.36107/spfp.2022.354. EDN VBCFQB. (In Russ.).

7. Meleshkina L. E., Snehireva A.V., Vasilyeva A.V. [et al.] (2022). Biotechnological aspects of forecasting the shelf life of food products by the accelerated method / // Actual biotechnology. (1). 105-109. EDN LWWYOR. (In Russ.).

8. Shkolnikova, M. N. (2009). The possibility of using the "accelerated aging" method to predict the shelf life of non-alcoholic balms. Technology and technology of food production. 1(12). 53-57. EDN KUFVJJ. (In Russ.).

9. Matveeva, N. A. & Khasanov A. R. (2016). Forecasting the shelf life by the accelerated testing method in the technology of functional purpose. Scientific Journal of ITMO Research University. Series: Processes and devices of food production. (4). 75-82. EDN YQDDFM. (In Russ.).

10. Klavkina, T. A. & Pehtereва, N. T. (2022). Forecasting the shelf life of functional syrups using the "accelerated aging" method. Actual problems of the development of public nutrition and the food industry : Materials of the VI International Scientific-practical and scientific-methodological Conference, Belgorod, March 16, 2022. Belgorod: Autonomous Non-commercial Organization of Higher Education "Belgorod University of Cooperation, Economics and Law", 2022. 37-44. EDN BSKOMH. (In Russ.).

11. Sevostyanova, E. M. & Danilyan A.V. (2018). Review of the methods of "accelerated aging" to justify the shelf life of products of the non-alcoholic industry. Beer and beverages. (3). 56-59. EDN YKWDAL. (In Russ.).

12. Kharlamova L. N., Lazareva I. V., Sinelnikova M. Yu. [et al.] (2021). Changes in the physico-chemical composition of beer drinks as a result of their artificial aging. Proceedings of conference of the GNIИ "National Development" : A collection of selected articles based on materials of conference GNIИ "National Development", 125-128. DOI 10.37539/MAR314.2021.99.10.014. EDN BVPVCB.

Information about the authors

L.E. Meleshkina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of Polzunov Altai State Technical University.

A.V. Snegireva - Associate Professor, Senior Researcher of Polzunov Altai State Technical University.

O.N. Musina – D.Sc., Full professor of the Institute of Polzunov Altai State Technical University.

A.S. Streltsova – research engineer of Polzunov Altai State Technical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 29 мая 2024; одобрена после рецензирования 20 сентября 2024; принята к публикации 04 октября 2024.

The article was received by the editorial board on 29 May 2024; approved after editing on 20 Sep 2024; accepted for publication on 04 Oct 2024.