

Влияние индивидуальной упаковки на сохраняемость эмульсионных пищевых продуктов

Ольга В. Фефилактова¹

feofiov@usue.ru

 0000-0003-1210-0845Владислав В. Лабетский¹

vladislav.labetskiy@mail.ru

 0000-0001-9240-3314

¹ Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты анализа степени устойчивости майонеза к окислительной порче в зависимости от комбинации полимерных пленок, используемых в упаковке дой-пак, и режимов его хранения. Объектом исследования являлся майонез с массовой долей жира 67%. В ходе исследований использовали упаковку с комбинацией пленок PET12/PE90; PET12/PE100; PET12/PE110; PET12/PE120; PET12/PE130; PET12/PE_VBS120; ПЭТФп12/ПЭ120; RETФп12/PE_VBS120, в том числе с «прозрачным окном». Степень окислительной порчи контролировалась с помощью показателя «Перекисное число», значения которого определялись стандартным методом на протяжении 120 суток хранения с периодичностью в 15 суток. Устойчивость к окислительной порче майонеза определяли в диапазонах температур от +10 до +15°C; от +15 до +25°C и от +25 до +30°C. Результаты исследования показали, что устойчивость майонеза к окислительной порче находится в прямой зависимости от толщины упаковочного материала - чем меньше толщина полиэтилена, тем выше значения перекисного числа. Комбинация пленок PET12/PE120, используемая для упаковки майонеза, способна обеспечить соответствие регламентируемым нормам по показателю «Перекисное число» во всех трех исследуемых диапазонах температур с разной продолжительностью: в интервале от +25 до +30°C на протяжении 45 суток, от +15 до +25°C - на протяжении 60 суток, а при температуре от +10 до +15°C на протяжении 90 суток. Использование высокобарьерных материалов для упаковки майонеза позволяет в 2 и более раза снизить интенсивность процесса окислительной порчи и тем самым увеличить сроки его годности. Наличие в дизайне упаковочного материала «прозрачного окна» не оказывает существенного влияния на интенсивность окислительных процессов и сохраняемость майонеза.

Ключевые слова: перекисное число, двухслойные плёнки, майонез, сохраняемость, дой-пак, окислительная порча.

Effect of individual packaging to preserve emulsion foods

Olga V. Feofilaktova¹

feofiov@usue.ru

 0000-0003-1210-0845Vladislav V. Labetsky¹

vladislav.labetskiy@mail.ru

 0000-0001-9240-3314

¹ Ural State University of Economics, st. March 8, 62, Yekaterinburg, 620144, Russia

Abstract. The article presents the results of the analysis of the rate of mayonnaise resistance to oxidative poisoning, depending on the combination of polymer films used in doypack packaging, and its storage modes. The object of the study was mayonnaise with a mass fraction of fat of 67%. In the course of the studies, packaging with a combination of PET12/PE90 films was used; PET12/PE100; PET12/PE110; PET12/PE120; PET12/PE130; PET12/RE_VBS120; PETp12/PE120; RETFp12/RE_VBS120, including those with a "transparent window". The rate of oxidative poisoning was controlled using the indicator "Peroxide number", the values of which were determined by the standard method for 120 days of storage with a frequency of 15 days. Resistance to oxidative poisoning of mayonnaise was determined in the temperature range from +10 to +15°C; from +15 to +25°C and from +25 to +30°C. The results of the study showed that the resistance of mayonnaise to oxidative poisoning is directly dependent on the thickness of the packaging material - the smaller the thickness of the polyethylene, the higher the peroxide value. The combination of PET12/PE120 films used for packaging mayonnaise is able to ensure compliance with the regulated standards in terms of "Peroxide number" in all three studied temperature ranges with different durations: in the range from +25 to +30°C for 45 days, from +15 up to +25°C - for 60 days, and at a temperature from +10 to +15°C for 90 days. The use of high-barrier materials for packing mayonnaise makes it possible to reduce the intensity of the oxidative poisoning process by a factor of 2 or more and thereby increase its shelf life. The presence of a "transparent window" in the design of the packaging material does not significantly affect the intensity of oxidative processes and the shelf life of mayonnaise.

Keywords: peroxide value, two-layer films, mayonnaise, keeping quality, doypack, oxidative spoilage.

Введение

Эффективная и доступная упаковка является одним из факторов, сохраняющих качество пищевых продуктов. Основное ее назначение заключается в том, чтобы довести пищевой продукт до конечного потребителя без изменения

качественных и количественных характеристик, сформированных на этапе производства. Упаковка наряду с условиями хранения и транспортирования, способами консервирования пищевых продуктов определяет сроки их годности.

Для цитирования

Фефилактова О.В., Лабетский В.В. Влияние индивидуальной упаковки на сохраняемость эмульсионных пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 2. С. 96–102. doi:10.20914/2310-1202-2023-2-96-102

For citation

Feofilaktova O.V., Labetsky V.V. Effect of individual packaging to preserve emulsion foods. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 2. pp. 96–102. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-2-96-102

Вид материалов, применяемых для упаковки, определяется свойствами конкретного пищевого продукта, а также условиями его хранения и транспортирования [1–3].

Изготовители пищевых продуктов заинтересованы в выходе на новый качественный уровень за счет применения высококачественной современной упаковки с целью максимального сохранения потребительских свойств своей продукции. В настоящее время наблюдается развитие современных высокоэффективных технологических решений в производстве полимерных материалов, позволяющих изготавливать упаковочные материалы с заданными эксплуатационными, потребительскими и экологическими свойствами [4, 5].

За счет ряда преимуществ полимерной упаковки, таких как прочность, влагостойкость, легкость, высокая технологичность, ее производство и применение пищевыми предприятиями неуклонно растет, и данная тенденция сохранится еще на многие годы [6].

За счет своей универсальности, функциональности и эргономичности особый интерес в последние годы вызывает многослойная упаковка для пищевых продуктов. Она сочетает в себе свойства каждого отдельного слоя, характеризуется улучшенными барьерными характеристиками и при этом механической целостностью [7–9].

Одним из наиболее распространенных видов современной упаковки для эмульсионных соусов, майонезов, майонезных соусов и пр. является дой-пак – особый вид гибкой герметичной упаковки, представляющей собой сформированный пакет из полимерных пленок в различных комбинациях.

Применение полимерных пленок позволяет увеличить срок хранения эмульсионных соусов и обеспечить их защиту от воздействия негативных факторов окружающей среды.

Полимерные пленки различают по составу и комбинации материалов на пленки с низкими и высокими барьерными свойствами. Высокобарьерные пленки производятся из нескольких слоев полимера, обеспечивая абсолютную газонепроницаемость упаковки [11–12].

К пленкам с высокими барьерными свойствами относят дуплексные (двухслойные) пленки, которые состоят из внутреннего полиэтиленового (PE) и наружного лавсанового (PET) слоев.

Полиэтилен за счет применения технологии сваривания швов обеспечивает герметичность, а наружный лавсановый слой используется для нанесения печатных изображений. Срок хранения продуктов в такой упаковке составляет от трех до шести месяцев. Из дуплексных (двухслойных)

пленок наиболее распространены следующие комбинации: PET12/PE100; PET12/PE110; PET12/PE120 (цифровые индексы указывают на толщину пленки в мкм) [13–16].

Высокими барьерными свойствами характеризуются также трехслойные пленки, в которых используется промежуточный металлизированный полипропиленовый слой, препятствующий проникновению света и влаги и обеспечивающий дополнительную защиту продукта от воздействия факторов окружающей среды. Срок годности продукции при этом увеличивается до 1 года. Трехслойная пленка существенно дороже двухслойной пленки, поэтому чаще всего она используется при производстве продуктов премиальных брендов и экспортной продукции [17–20].

Известно, что окислительные изменения, происходящие в жирах, определяются количественно, показателем которых служит перекисное число. Значение перекисного числа показывает степень присутствия в продукте первичных продуктов окисления – перекисей и гидроперекисей, существенно не влияющих на органолептические свойства. В связи с чем значение перекисного числа свидетельствует об окислительной порче продукта еще до появления вкуса и запаха, свойственных прогорклому жиру [21].

Использование многослойных полимерных пленок способно сдерживать процесс окислительной порчи жиров, содержащихся в значительном количестве в эмульсионных пищевых продуктах, в т. ч. майонезах, и повлиять на их сохраняемость.

Цель работы – изучение зависимости изменения перекисного числа майонеза от комбинации полимерных пленок и режимов хранения.

Материалы и методы

Объектом исследования выступал майонез жирностью 67 %, расфасованный в упаковку дой-пак с различными комбинациями пленок: PET12/PE90; PET12/PE100; PET12/PE110; PET12/PE120; PET12/PE130; PET12/PE_ВБС120 (наружный слой – пленка с высокобарьерными свойствами за счет применения полиамида или этилен-винилового спирта); ПЭТФп12/ПЭ120 (внутренний слой – фольгированный полиэтилен); РЕТФп12/РЕ_ВБС120 (фольгированный полиэтилен в комбинации с пленкой с высокобарьерными свойствами).

Образцы хранили в течение 120 суток в следующих диапазонах температур: от + 10 до +15 °С; от +15 до +25 °С; от +25 до +30 °С.

Перекисное число определяли йодометрическим методом по ГОСТ 31762–2012 с периодичностью в 15 суток.

Результаты

На первом этапе исследования определяли динамику значений перекисного числа майонеза, упакованного в дой-пак с различной

толщиной наружного слоя пленки (90, 100, 110, 120, и 130 мкм), хранившегося в диапазоне температур от +10 до +15 °С. Результаты представлены на рисунке 1.

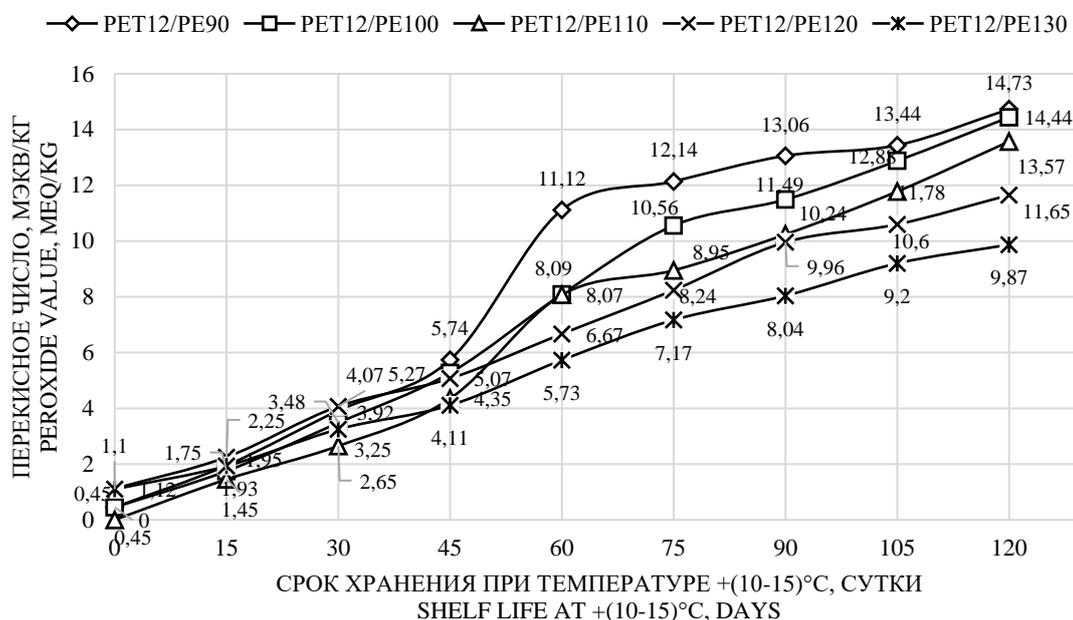


Рисунок 1. Изменение значений перекисного числа майонеза в зависимости от вида используемой упаковки и продолжительности хранения при температуре от +10 до +15 °С

Figure 1. Changes in peroxide values depending on the type of packaging used and the duration of storage at temperatures from + 10 to + 15 °С

Из представленного графика видно, что значения перекисного числа стабильно увеличиваются примерно с одинаковым темпом с даты производства майонеза до 45 суток хранения для всех комбинаций пленок в упаковке. На 60 суток хранения произошло значительное увеличение перекисного числа у майонеза, расфасованного в упаковку с толщиной наружного слоя 90 мкм и 110 мкм. Учитывая, что регламентируемое значение перекисного числа составляет не более 10 мэкв/кг, у майонеза, упакованного в пленку с толщиной наружного слоя 90 мкм на 60 суток хранения уже отмечалось несоответствие требованиям. У майонеза, упаковка которого состояла из пленки PET12/PE100, превышение нормативных значений наблюдалось на 75 сутки, а из пленки PET12/PE110 на 90 сутки. Наибольшими защитными свойствами от окислительной порчи характеризовались пленки PET12/PE120 и PET12/PE130, причем значение перекисного числа для майонеза, упакованного с использованием пленки с максимальной толщиной наружного слоя среди исследуемых не превышало норму на всем периоде хранения.

Наиболее распространенной комбинацией пленок для упаковки майонезов и майонезных соусов исходя из соотношения цена-эффективность является PET12/PE120. В связи с этим далее были проведены исследования устойчивости майонеза к окислительной порче, упаковка которого состояла из данной комбинации пленок, в различных температурных режимах в условиях «теплой полки» (рисунок 2).

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что данная комбинация пленок, используемая в упаковке майонеза, способна обеспечить защиту от окисления во всех трех диапазонах температур на протяжении 45 суток хранения. При температуре от +15 до +25 °С упаковка с данной комбинацией пленок защищает продукт от окисления на протяжении 60 суток, а при температуре +10 до +15 °С на протяжении 90 суток.

Для обеспечения продукту стабильности к окислительной порче более продолжительное время в составе упаковки используются высокобарьерные (ВБС) плёнки.

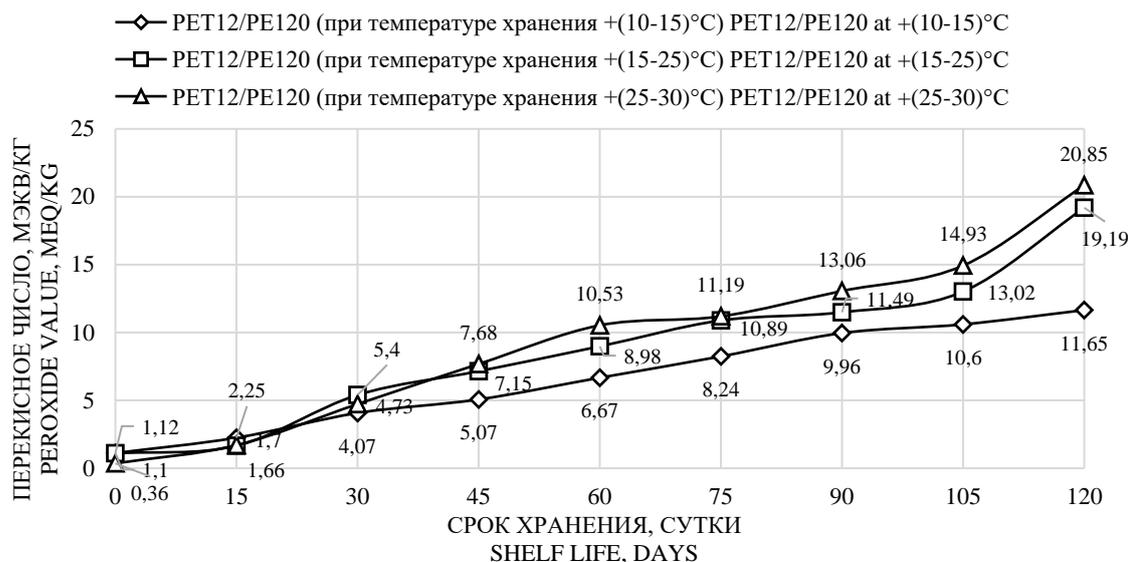


Рисунок 2. Динамика значений перекисного числа майонеза, упакованного в дой-пак из дуплексной пленки PET12/PE120 в зависимости от температуры и продолжительности хранения

Figure 2. Dynamics of the values of the peroxide value of mayonnaise, packed in a doypack made of duplex PET12/PE120 film, depending on the temperature and duration of storage

На рисунке 3 представлена динамика изменения показателя перекисное число майонеза, упакованного в дой-пак из следующих материалов PET12/PE120, PETФп12/PE120, PET12/PE_ВБС120 и хранившегося при температуре + (15 – 25 °С). Полученные результаты свидетельствуют о том, что большей эффективностью защиты от окисления характеризуется упаковка, содержащая пленку с высокобарьерными свойствами, превосходя значения по сравнению с двумя другими видами упаковки в 2 и более раза. Преимущество использования упаковки с внутренним слоем из фольгированного полиэтилена выявлено

не было, что можно связать с влиянием других факторов на сохраняемость продукта.

Кроме этого, важно заметить, что темп изменения значений перекисного числа продукта, упакованного в высокобарьерную плёнку, в процессе хранения начинает снижаться, что обусловлено вторичным окислением продукта и переходом части продуктов окисления в альдегиды. Это обеспечивается множеством факторов, связанных как с качеством сырья (наличие двухвалентных и трёхвалентных ионов металлов, являющихся сильными окислителями и т. д.), так и с миграцией веществ из упаковочного материала.

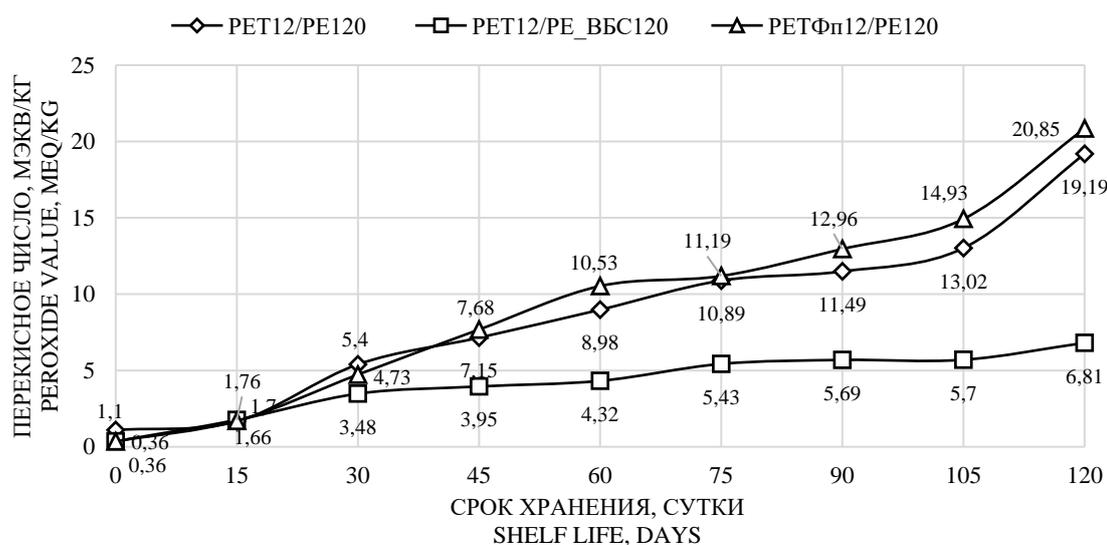


Рисунок 3. Динамика перекисного числа майонеза, упакованного в дой-пак из дуплексных пленок PET12/PE120, PETФп12/PE120 и PET12/PE_ВБС120

Figure 3. Dynamics of the peroxide value of mayonnaise packed in a doypack of duplex films PET12/PE120, PETФп12/PE120 and PET12/PE_VBS120

Далее проводили сравнительный анализ эффективности упаковки, состоящей из комбинаций пленок из фольгированного полиэтилена и пленок с высокими барьерными свойствами. Кроме этого, было оценено влияние элемента

дизайна упаковки «прозрачное окно» на степень окисления майонеза под влиянием дополнительного фактора – света. Продукт хранили при температуре + (15 – 25 °С). Результаты исследований представлены на рисунке 4.

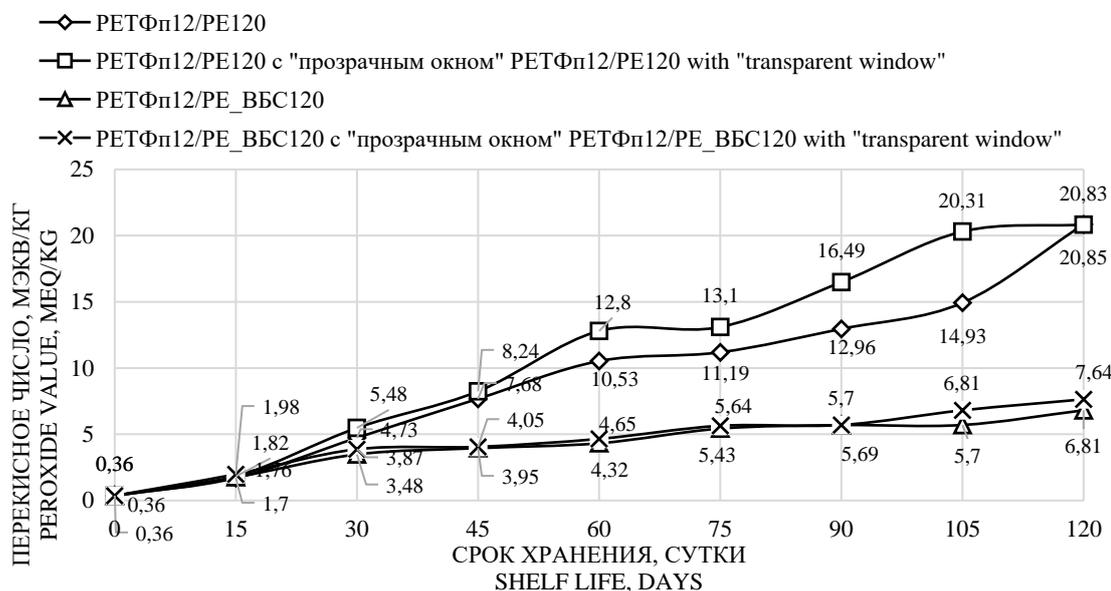


Рисунок 4. Динамика значений перекисного числа майонеза, упакованного в дой-пак из дуплексных пленок RETФп12/PE120 и RET12/PE_ВБС120, включая упаковку с «прозрачным окном»

Figure 4. Dynamics of the values of the peroxide value of mayonnaise packed in a doypack of duplex films RETФp12/PE120 and PET12/PE_VBS120, including packaging with a "transparent window"

Исследования подтвердили более высокие барьерные свойства комбинации пленок RET12/PE_ВБС120, т. к. значения перекисного числа майонеза, помещенного в упаковку из них, не превышали регламентируемого значения на протяжении всего периода хранения. При этом наличие «прозрачного окна» в упаковке существенно не повлияло на окислительные процессы, происходящие в продукте при хранении. Тогда как использование «прозрачного окна» в упаковке из комбинации пленок RETФп12/PE120 привело к увеличению значений перекисного числа, но существенно не сократило сроки годности продукта в рамках настоящего исследования.

Обсуждение

Полученные в рамках исследования результаты совпадают с данными, опубликованными другими авторами относительно срока хранения продуктов в упаковке из дуплексных пленок от трёх до шести месяцев в зависимости от их комбинации. Исследования способности обеспечить устойчивость к окислительной порче дуплексных плёнок с наиболее распространенной комбинацией RET12/PE120 подтверждает ее эффективность для упаковки майонеза. Данная комбинация пленок является более предпочтительной для производителей пищевых продуктов исходя из соотношения эффективность – стоимость. Подтверждены высокие барьерные свойства

трехслойных и высокобарьерных пленок, срок годности продукции в таких пленках значительно выше за счет снижения интенсивности процессов окислительной порчи. Однако, высокая стоимость таких пленок ограничивает их широкое использование производителями пищевых продуктов.

Заключение

Исходя из полученных результатов исследования можно сделать следующие выводы: толщина упаковочного материала оказывает прямое влияние на значения перекисного числа майонеза с м.д.ж. 67 % – чем тоньше слой внутреннего слоя полиэтилена, тем выше значения перекисного числа;

использование высокобарьерных материалов в упаковке майонеза позволяет существенно снизить интенсивность окислительной порчи и увеличить сроки его годности;

наличие в дизайне упаковочного материала «прозрачного окна» не оказывает существенного влияния на интенсивность окислительных процессов и сохраняемость майонеза.

Данные выводы могут быть приняты во внимание производителями при выборе соответствующих материалов для упаковки пищевых продуктов исходя из предполагаемых условий и сроков их хранения, а также их стоимости и адресности.

Литература

- 1 Севостьянова, Е.С. К вопросу упаковки и хранения пищевых продуктов // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 12–3(82). С. 50–54. doi: 10.24412/2411-0450-2021-12-3-50-54.
- 2 Ухарцева И.Ю., Цветкова Е.А., Гольдаде В.А., Шаповалов В.М. Технологические аспекты производства тары и упаковки для пищевых продуктов // Полимерные материалы и технологии. 2022. Т. 8. № 4. С. 6–31. doi: 10.32864/polymmattech-2022-8-4-6-31.
- 3 Bumbudsanpharoke N., Jinkarn T. Effect of high-pressure food processing on selected flexible packaging: Structure, physicochemical properties, and migration // Journal of Food Engineering. 2022. V. 321. P. 110970. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2022.110970
- 4 Солдатова С.Ю. Перспективные виды упаковки для консервированной продукции // Товаровед продовольственных товаров. 2021. № 7. С. 534–539. doi: 10.33920/igt-01-2107-07
- 5 Kumar P.S., Sagar V. Effect of packaging materials and storage temperature on quality of osmo-vac dehydrated guava slices during storage // Proc. Natl. Acad. Sci. India B Biol. Sci. 2016. № 86. P. 869–876.
- 6 Ухарцева И.Ю., Цветкова Е.А., Гольдаде В.А. Полимерные упаковочные материалы для пищевой промышленности: классификация, функции и требования (обзор) // Пластические массы. 2019. № 9–10. С. 56–64. doi: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-56-64
- 7 Saha N.C., Ghosh A.K., Garg M., Sadhu S.D. Semi-rigid Materials – Manufacturing Processes and Its Application // Food Packaging. 2022. P. 89–111. doi:10.1007/978-981-16-4233-3_3
- 8 Nisticò R. Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry // Polymer Testing. 2020. V. 90. 106707. doi: 10.1016/j.polymeresting.2020.106707
- 9 Ухарцева И.Ю., Цветкова Е.А., Гольдаде В.А. Методы изготовления полимерной упаковки для пищевых продуктов (обзор) // Пластические массы. 2020. № 7–8. С. 40–48. doi: 10.35164/0554-2901-2020-7-8-40-48
- 10 Серова В.Н., Муратов И.И. Закономерности изменения свойств многослойных полимерных пленок в зависимости от их структуры // Бутлеровские сообщения. 2020. Т. 63. № 8. С. 46–52. doi: 10.37952/ROI-jbc-01/20-63-8-46
- 11 Многослойные пленки: классификация и способы применения, производства. URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/print/148>
- 12 Anukiruthika T., Sethupathy P., Wilson A., Kashampur K. et al. Multilayer packaging: Advances in preparation techniques and emerging food applications // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2020. V. 19. № 3. P. 1156-1186. doi: 10.1111/1541-4337.12556
- 13 Trinh B.M., Chang B.P., Mekonnen T.H. The barrier properties of sustainable multiphase and multicomponent packaging materials: A review // Progress in Materials Science. 2023. P. 101071. doi: 10.1016/j.pmatsci.2023.101071
- 14 Robertson G.L., Lee D.S. Comparison of linear and GAB isotherms for estimating the shelf life of low moisture foods packaged in plastic films // Journal of Food Engineering. 2021. V. 291. P. 110317. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110317
- 15 Alias A.R., Wan M.K., Sarbon N.M. Emerging materials and technologies of multi-layer film for food packaging application: A review // Food Control. 2022. V. 136. P. 108875. doi: 10.1016/j.foodcont.2022.108875
- 16 Alojaly H., Benyounis K.Y. Packaging with plastics and polymeric materials. 2022. doi: 10.1016/B978-0-12-820352-1.00025-0
- 17 Parhi A., Tang J., Sablani S.S. Functionality of ultra-high barrier metal oxide-coated polymer films for in-package, thermally sterilized food products // Food Packaging and Shelf Life. 2020. V. 25. P. 100514. doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100514
- 18 Niazmand R., Yeganehzad S., Niazmand A. Application of laminated and metalized films to prolong the shelf life of dried barberries // Journal of Stored Products Research. 2021. V. 92. P. 101809. doi: 10.1016/j.jspr.2021.101809
- 19 Жаркевич В.И., Савицкая Т.А., Гриншпан Д.Д., Симат Т.И. Методы определения барьерных свойств пищевых пленок // Полимерные материалы и технологии. 2021. V. 7. № 2. P. 6–29. doi: 10.32864/polymmattech-2021-7-2-6-29
- 20 Dehghani S., Hosseini S.V., Regenstein J.M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review // Food chemistry. 2018. № 240. P. 505–513. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.034
- 21 Подгорнова Н.М., Грунина А.А. Применение инкапсуляции для сохранения свойств купажа растительных масел // Индустрия питания|Food Industry. 2022. Т. 7, № 1. С. 39–45. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-5.

References

- 1 Sevostyanova, E.S. On the issue of packaging and storage of food products. Economics and business: theory and practice. 2021. no. 12–3(82). pp. 50–54. doi: 10.24412/2411-0450-2021-12-3-50-54 (in Russian).
- 2 Ukhartseva I.Yu., Tsvetkova E.A., Goldade V.A., Shapovalov V.M. Technological aspects of the production of containers and packaging for food products. Polymer materials and technologies. 2022. vol. 8. no. 4. pp. 6–31. doi: 10.32864/polymmattech 2022-8-4-6-31 (in Russian).
- 3 Bumbudsanpharoke N., Jinkarn T. Effect of high-pressure food processing on selected flexible packaging: Structure, physicochemical properties, and migration. Journal of Food Engineering. 2022. vol. 321. pp. 110970. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2022.110970
- 4 Soldatova S.Yu. Promising types of packaging for canned products. Commodity expert of food products. 2021. no. 7. pp. 534–539. doi: 10.33920/igt 01-2107-07 (in Russian).
- 5 Kumar P.S., Sagar V. Effect of packaging materials and storage temperature on quality of osmo-vac dehydrated guava slices during storage. Proc. Natl. Acad. Sci. India B Biol. Sci. 2016. no. 86. pp. 869–876.
- 6 Ukhartseva I.Yu., Tsvetkova E.A., Goldade V.A. Polymer packaging materials for the food industry: classification, functions and requirements (review). Plastic masses. 2019. no. 9–10. pp. 56–64. doi: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-56-64 (in Russian).
- 7 Saha N.C., Ghosh A.K., Garg M., Sadhu S.D. Semi-rigid Materials – Manufacturing Processes and Its Application. Food Packaging. 2022. pp. 89–111. doi:10.1007/978-981-16-4233-3_3

- 8 8. Nisticò R. Polyethylene terephthalate (PET) in the packaging industry. *Polymer Testing*. 2020. vol. 90. 106707. doi: 10.1016/j.polymertesting.2020.106707
- 9 Ukhartseva I.Yu., Tsvetkova E.A., Goldade V.A. Methods for manufacturing polymer packaging for food products (review). *Plastics*. 2020. no. 7–8. pp. 40–48. doi: 10.35164/0554–2901–2020–7–8–40–48 (in Russian).
- 10 Serova V.N., Muratov I.I. Patterns of changes in the properties of multilayer polymer films depending on their structure. *Butlerov communications*. 2020. vol. 63. no. 8. pp. 46–52. doi: 10.37952/ROI-jbc 01/20–63–8–46 (in Russian).
- 11 Multilayer films: classification and methods of application, production. Available at: <https://plastinfo.ru/information/articles/print/148> (in Russian).
- 12 Anukiruthika T., Sethupathy P., Wilson A., Kashampur K. et al. Multilayer packaging: Advances in preparation techniques and emerging food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020. vol. 19. no. 3. pp. 1156–1186. doi: 10.1111/1541–4337.12556
- 13 Trinh B.M., Chang B.P., Mekonnen T.H. The barrier properties of sustainable multiphase and multicomponent packaging materials: A review. *Progress in Materials Science*. 2023. pp. 101071. doi: 10.1016/j.pmatsci.2023.101071
- 14 Robertson G.L., Lee D.S. Comparison of linear and GAB isotherms for estimating the shelf life of low moisture foods packaged in plastic films. *Journal of Food Engineering*. 2021. vol. 291. pp. 110317. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2020.110317
- 15 Alias A.R., Wan M.K., Sarbon N.M. Emerging materials and technologies of multi-layer film for food packaging application: A review. *Food Control*. 2022. vol. 136. pp. 108875. doi: 10.1016/j.foodcont.2022.108875
- 16 Alojaly H., Benyounis K.Y. Packaging with plastics and polymeric materials. 2022. doi: 10.1016/B978–0–12–820352–1.00025–0
- 17 Parhi A., Tang J., Sablani S.S. Functionality of ultra-high barrier metal oxide-coated polymer films for in-package, thermally sterilized food products. *Food Packaging and Shelf Life*. 2020. vol. 25. pp. 100514. doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100514
- 18 Niazmand R., Yeganehzad S., Niazmand A. Application of laminated and metalized films to prolong the shelf life of dried barberries. *Journal of Stored Products Research*. 2021. vol. 92. pp. 101809. doi: 10.1016/j.jspr.2021.101809
- 19 Zharkevich V.I., Savitskaya T.A., Grinshpan D.D., Simat T.Y. Methods for determining the barrier properties of food films. *Polymer materials and technologies*. 2021. vol. 7. no. 2. pp. 6–29. doi: 10.32864/polymmattech 2021–7–2–6–29 (in Russian).
- 20 Dehghani S., Hosseini S.V., Regenstern J.M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food chemistry*. 2018. no. 240. pp. 505–513. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.034
- 21 Podgornova N.M., Grunina A.A. Application of encapsulation to preserve the properties of a blend of vegetable oils // *Food Industry/Food Industry*. 2022. T. 7, No. 1. P. 39–45. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-5

Сведения об авторах

Ольга В. Феофилактова к.т.н., доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, feofiov@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1210-0845>

Владислав В. Лабетский аспирант, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, vladislav.labetskiy@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9240-3314>

Вклад авторов

Ольга В. Феофилактова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Владислав В. Лабетский обзор литературных источников по исследуемой проблеме, предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания, написал рукопись

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Olga V. Feofilaktova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food technology department, Ural State University of Economics, st. March 8, 62, Yekaterinburg, 620144, Russia, feofiov@usue.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-1210-0845>

Vladislav V. Labetsky graduate student, food technology department, Ural State University of Economics, st. March 8, 62, Yekaterinburg, 620144, Russia, vladislav.labetskiy@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9240-3314>

Contribution

Olga V. Feofilaktova review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Vladislav V. Labetsky review of the literature on an investigated problem, proposed a scheme of the experiment and organized production trials, wrote the manuscript

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/03/2023	После редакции 13/04/2023	Принята в печать 05/05/2023
Received 20/03/2023	Accepted in revised 13/04/2023	Accepted 05/05/2023