

Процессы и аппараты пищевых производств

Processes and devices for food production

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-4-15-21>

Оригинальная статья/Research article

УДК 664.8/9

Open Access Available online at vestnik-vsuet.ruАнализ фактических причин бомбажа консервов
из морской капустыМария В. Леонова^{1,2} marialeonova395@gmail.com  0000-0002-1377-5070
Юлия В. Зеленева¹ zelenewa@mail.ru  0000-0001-9716-288X

1 Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, ул. Интернациональная, 33, г. Тамбов, 392036, Россия

2 ООО «РКЗ - Вкусные консервы», р-н Южный Промузел, 7, г. Рязань, 390011, Россия

Аннотация. Цель данного исследования заключается в выявлении причин бомбажа консервов «Салат «Дальневосточный» из морской капусты». В рамках работы были проведены исследования консервов по общепринятым методикам испытания на герметичность, на промышленную стерильность, а также исследования лакокрасочного покрытия консервов с готовым консервированным продуктом и определения химической устойчивости жестяной тары, поступившей на производство данной продукции. Продемонстрированы нарушения лакокрасочного покрытия жестяной тары с консервированной продукцией и жестяной тары после стерилизации с модельными средами. По результатам проведенных испытаний установлено, что консервы соответствуют требованиям промышленной стерильности. Однако причиной бомбажа консервированной продукции «Салат «Дальневосточный» из морской капусты» является накопление газообразного водорода, выделяющегося при контакте заливки, содержащей в составе уксусную кислоту, с поверхностью металла. Это происходит вследствие разрушения лакокрасочного покрытия внутренней поверхности. Разрушение лакокрасочного покрытия также является причиной коррозии внутренней поверхности банок с консервированной продукцией. Причиной разрушения лакокрасочного покрытия является складчатая деформация металла, приводящая к нарушению адгезии и механическим повреждениям лакокрасочного покрытия. Важно отметить, что такие повреждения могут существенно снижать срок хранения и безопасность консервов. Для предотвращения возможной порчи консервов из-за химического бомбажа необходим тщательный входной контроль жестяной тары на предприятии. Такой контроль позволит своевременно выявлять дефекты и обеспечивать высокое качество готовой продукции, что в свою очередь повысит доверие потребителей к данной линейке консервов. Кроме того, результаты исследования могут быть полезны для дальнейших разработок в области упаковки и хранения консервированных продуктов.

Ключевые слова: консервы, банки (тара), модельные среды, бомбаж, коррозия, микроскопия, промышленная стерильность.

Analysis of the actual causes of canned seaweed bombage

Maria V. Leonova^{1,2} marialeonova395@gmail.com  0000-0002-1377-5070
Yulia V. Zeleneva¹ zelenewa@mail.ru  0000-0001-9716-288X

1 Derzhavin Tambov State University, Internatsionalnaya St., 33, Tambov, 392036, Russia

2 ООО «РКЗ - Вкусные консервы», Южный Промузел, 7, Рязань, 390011, Россия

Abstract. The objective of the study is to investigate the reason for the bombing of canned food "Far Eastern salad from seaweed". Studies of canned food according to generally accepted methods of testing for tightness, for industrial sterility, studies of the paint coating of canned food with a finished canned product and determination of the chemical resistance of tin containers used to produce these products. Violations of the paint coating of tin containers with canned products and tin containers after sterilization with model media are clearly demonstrated. According to the results of the tests, it was found that canned food meets the requirements of industrial sterility and the reason for the bombing of canned products "Far Eastern Salad from seaweed" is the accumulation of hydrogen gas released upon contact of the filling containing acetic acid with the metal surface due to the destruction of the paint coating of the inner surface. The destruction of the paintwork is also a cause of corrosion of the inner surface of cans with canned products. The reason for the destruction of the paintwork is the folded deformation of the metal, which leads to a violation of adhesion and mechanical damage to the paintwork. To prevent possible spoilage of canned food due to chemical bombing, careful entrance control of tin containers at the enterprise is necessary.

Keywords: canned food, cans (containers), model media, bombage, corrosion, microscopy, industrial sterility.

Введение

Сложно представить современный мир без консервированной продукции, тем более сейчас наблюдается огромный спрос на продукцию из водорослей [1]. Ламинария богата минералами и микроэлементами – йод, железо, кобальт, марганец и другие, а также витаминами – А, В₁, В₂, В₁₂, С и Е [2]. На перерабатывающие предприятия она приходит в сухом или замороженном виде. Далее идет подготовка к консервированию, порционирование, герметизация, мойка закатанных банок, и направление на стерилизацию [3,9-11].

Для цитирования

Леонова М.В., Зеленева Ю.В. Анализ фактических причин бомбажа консервов из морской капусты // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 4. С. 15–21. doi:10.20914/2310-1202-2024-4-15-21

Чаще для консервирования выбирают жестяную тару. Основная проблема ее использования – агрессивное воздействие, происходящее при контакте пищевых ингредиентов с лакокрасочным покрытием поверхности банки. И в случае некачественного внутреннего покрытия возможен химический бомбаж консервов [4,12-15].

Химический бомбаж представляет собой процесс накопления водорода внутри банки, вызванный взаимодействием кислот, содержащихся в консервируемом продукте, с жестяной поверхностью. Данный процесс, как правило, сопровождается коррозией металла, выделением

For citation

Leonova M.V., Zeleneva Y.V. Analysis of the actual causes of canned seaweed bombage. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 4. pp. 15–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-4-15-21

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

водорода, ухудшением качества продукта и угрозой безопасности потребителям продукта [5,16]. Накопление газа может привести к взрыву банки и образованию токсичных веществ. Следует отметить, что это явление развивается постепенно и становится заметным только при длительном хранении изделия [5, 6,17-19].

Вздутие концов банки консервов также возможно из-за развития газообразующей микрофлоры в продукте, которая осталась жизнеспособна после стерилизации консервов, так проявляется микробиологический бомбаж. Идентификация химического и микробиологического видов бомбажа имеет свои трудности, необходимы одновременные микробиологические исследования консервов и исследования состояния тары [7, 8, 20].

Цель работы – выявление причина бомбажа консервов «Салат «Дальневосточный» из морской капусты».

Материалы и методы

Объектом исследований послужили банки №5 с консервированной продукцией «Салат «Дальневосточный» из морской капусты»; дата изготовления консервов – 06.03.23; и банки металлические цельные для консервов, обозначение по ГОСТ 5981–2011 – № 5; изготовлена из белой консервной жести ЭЖК I; лакокрасочное покрытие внутренней поверхности – система «ЭП-5147 + ЭП-547» (5,0 г/м² + 4,0 г/м²); лакокрасочное покрытие наружной поверхности – лак ЭП-547 (7,0 г/м²). Микробиологические исследования консервированных продуктов были осуществлены в соответствии с требованиями ГОСТ 30425–97 «Консервы. Метод определения промышленной стерильности». Кроме того, была проведена оценка герметичности упаковки согласно ГОСТ 8756.18–2017 «Консервы. Методы определения внешнего вида, герметичности упаковки и состояния внутренней поверхности упаковки». Все испытания проводились на базе бактериологической лаборатории ООО «РКЗ-Вкусные консервы», расположенной в городе Рязани.

Анализ внешнего вида и состояния поверхностей осуществлялся как визуально, так и с применением оптического стереомикроскопа TSZ-3590S FA Bino. Химическая устойчивость лакокрасочного покрытия – по ГОСТ 5981–2011 «Банки и крышки к ним металлические для консервов», были выбраны следующие модельные среды: дистиллированная вода, 3% раствор пищевой соли, 3% раствор уксусной кислоты; раствор, содержащий 2% пищевой соли и 2% уксусной кислоты. Подбор был с учетом состава консервированной продукции.

Оценка состояния лакированной поверхности после испытания проводилась визуально, с применением стереомикроскопа. Исследования проводились в июле – ноябре 2023 г.

Результаты и обсуждение

Консервы из морской капусты были исследованы на соответствие ГОСТ 30425–97 «Консервы. Метод определения промышленной стерильности». Образцы были оценены на герметичность упаковки, далее подвергались выдержке не менее 5 суток в термостате при 37 °С, затем исследованию на отсутствие требуемого перечня микроорганизмов. Полученные данные отражены в таблице 1.

Таблица 1.
Результаты исследований консервов из морской капусты

Table 1.
Results of research on canned seaweed

Показатель Index	Требуемые значения Required values	Фактические значения Actual values
Герметичность Airtightness	не нарушена intact	
Спорообразующие МАФАНМ групп B. cereus и B. polymyxa Spore-forming MAFANM of the groups B. cereus and B. polymyxa groups	не допускаются в 1 г (см ³) not allowed in 1 g (cm ³)	отсутствие в 1 г (см ³) none in 1 g (cm ³)
Спорообразующие МАФАНМ группы B. subtilis Spore-forming MAFANMs of B. subtilis	< 11 КОЕ/г)	
Мезофильные клостридии C. botulinum и (или) C. perfringes Mesophilic clostridia of C. botulinum and/or C. perfringes	не допускаются в 1 г (см ³) not allowed in 1 g (cm ³)	
Мезофильные клостридии, кроме C. botulinum и (или) C. perfringes Mesophilic clostridia other than C. botulinum and/or C. perfringes.		
Неспорообразующие микроорганизмы, в том числе молочнокислые грибы, и (или) плесневые грибы, и (или) дрожжи) Non-spore-forming microorganisms, including lactic acid fungi and/or mold fungi and/or yeasts)		
Спорообразующие термофильные аэробные и анаэробные микроорганизмы Spore-forming thermophilic aerobic and anaerobic microorganisms	не допускаются в 1 г (см ³)	отсутствие в 1 г (см ³)

Исследования подтвердили, что «Салат «Дальневосточный» из морской капусты» соответствует требованиям промышленной стерильности консервов.

В таблице 2 указаны результаты исследований визуальных характеристик исследуемых образцов.

В таблице 3 отражены результаты исследования химической стойкости образцов.

Таблица 2.

Внешний вид и состояние поверхностей исследуемых консервных банок

Table 2.

Appearance and condition of surfaces of the examined cans

Образец Sample	Результат Result
Банки № 5 Tin can № 5	Наружная поверхность. Лакокрасочное покрытие равномерное, сплошное, без видимых механических повреждений. На боковой поверхности отчетливо выражены подпленочные линии пластической деформации. В верхней части корпуса имеется деформация металла в виде продольных складок. Внутренняя поверхность. Лакокрасочное покрытие равномерное, сплошное, без видимых механических повреждений. В верхней части корпуса имеется деформация металла в виде продольных складок (рисунок 1). Микроскопия: по местам морщин – дефекты покрытия в виде разрывов и отслоений до металла (рисунок 2). Exterior surface. The paint coating is uniform, continuous, without visible mechanical damage. On the side surface there are distinct sub-film lines of plastic deformation. In the upper part of the case there is metal deformation in the form of longitudinal folds. Interior surface. The paint coating is uniform, continuous, without visible mechanical damage. In the upper part of the case there is metal deformation in the form of longitudinal folds (Figure 1). Microscopy: at the places of wrinkles - coating defects in the form of tears and delaminations to the metal (Figure 2).
Банки с продукцией Tin cans with products	Имеются признаки избыточного давления внутри банки (бомбажа) – крышка и дно вздуты, при нажатии не вдавливаются. Признаки разгерметизации (течь, потеки и т. п.) отсутствуют. Наружная поверхность. Лакокрасочное покрытие обладало равномерной и сплошной структурой, не имело видимых механических дефектов. В области под пленкой фиксировалось потемнение, расположенное вдоль линий пластической деформации, однако целостность лакокрасочного слоя сохранялась. Внутренняя поверхность. Лакокрасочное покрытие равномерное, сплошное. Покрытие дна и крышки гладкое, без видимых дефектов. Покрытие на боковой поверхности шероховатое, в верхней части имеются выраженные потемнения и коррозионные поражения. Микроскопия: на боковой поверхности имеются разрывы лакокрасочного покрытия до металла. There are signs of overpressure inside the can (bombage) - the lid and bottom are bloated, when pressed, they are not pressed in. There are no signs of depressurization (leaks, drips, etc.). Exterior surface. The paint coating had a uniform and continuous structure and no visible mechanical defects. In the area under the film there was darkening along the lines of plastic deformation, but the integrity of the paint layer was preserved. Interior surface. The paint coating is uniform, continuous. The coating on the bottom and lid is smooth, without visible defects. The coating on the side surface is rough, there are pronounced darkening and corrosion lesions in the upper part. Microscopy: on the side surface there are tears of the paint coating to the metal.

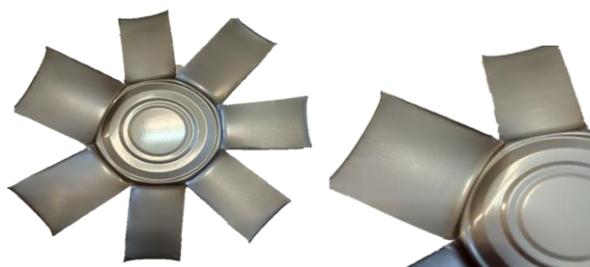


Рисунок 1. Внутренняя поверхность банки № 5
Figure 1. Inner surface of can No.5



Рисунок 2. Разрывы лакокрасочного покрытия в зоне морщин
Figure 2. Paintwork cracks in the wrinkle area



Рисунок 3. Разрушение лакокрасочного покрытия и коррозия после стерилизации в дистиллированной воде
Figure 3. Destruction of paint coating and corrosion after sterilization in distilled water

Химическая устойчивость образцов

Table 3.

Chemical resistance of samples

Модельная среда Substance	Состояние поверхности после испытания Surface condition after the test
Дистиллированная вода Distilled water	Обильные коррозионные поражения с визуальными признаками нарушения целостности лакокрасочного покрытия в зоне складчатой деформации; единичные точечные коррозионные поражения по остальной боковой поверхности Поверхность дна – без визуальных изменений <i>Микроскопия:</i> в зоне складчатой деформации – множественные коррозионные поражения, разрушение лакокрасочного покрытия (рисунок 3). Обильные коррозионные поражения с визуальными признаками нарушения целостности лакокрасочного покрытия в зоне складчатой деформации; единичные точечные коррозионные поражения по остальной боковой поверхности Поверхность дна – без визуальных изменений <i>Микроскопия:</i> в зоне складчатой деформации – множественные коррозионные поражения, разрушение лакокрасочного покрытия (рисунок 3). Abundant corrosion lesions with visual signs of a violation of the integrity of the paintwork in the zone of folded deformation; single point corrosion lesions on the rest of the lateral surface of the bottom surface – without visual changes <i>Microscopy:</i> in the area of folded deformation, there are multiple corrosion lesions, destruction of the paintwork (Figure 3). Abundant corrosion lesions with visual signs of a violation of the integrity of the paintwork in the zone of folded deformation; single point corrosion lesions on the rest of the lateral surface of the bottom surface – without visual changes <i>Microscopy:</i> in the area of folded deformation, there are multiple corrosion lesions, destruction of the paintwork (Figure 3).
3% раствор пищевой соли 3% food salt solution	Обильные коррозионные поражения с визуальными признаками нарушения целостности лакокрасочного покрытия в зоне складчатой деформации; единичные точечные коррозионные поражения по остальной боковой поверхности Поверхность дна – без визуальных изменений <i>Микроскопия:</i> в зоне складчатой деформации – множественные коррозионные поражения, разрушение лакокрасочного покрытия; по остальной боковой поверхности – признаки подпленочной коррозии по местам точечных поражений (рисунок 4). Abundant corrosion lesions with visual signs of paint coating integrity disruption in the folded deformation zone; single pitting corrosion lesions on the rest of the lateral surface Bottom surface - without visual changes. <i>Microscopy:</i> multiple corrosion lesions in the folded deformation zone, paint coating destruction; on the rest of the lateral surface - signs of sub-film corrosion at the places of pitting lesions (Figure. 4).
3% раствор уксусной кислоты 3% acetic acid solution	Отслоение лакокрасочного покрытия и коррозия в зоне складчатой деформации; по остальной боковой поверхности – шероховатость лакокрасочного покрытия; поверхность дна – без визуальных изменений (рисунок 5). <i>Микроскопия:</i> в зоне складчатой деформации – разрушение лакокрасочного покрытия, коррозия; в зоне шероховатости – разрывы лакокрасочного покрытия, точечные коррозионные поражения. Paint coating delamination and corrosion in the area of folded deformation; on the rest of the lateral surface - roughness of paint coating; bottom surface - no visual changes (Figure 5). <i>Microscopy:</i> in the zone of folded deformation - destruction of paint coating, corrosion; in the zone of roughness - breaks of paint coating, pitting corrosion lesions.
Раствор, содержащий 2% пищевой соли и 2% уксусной кислоты Solution containing 2% table salt and 2% acetic acid	Нарушение целостности лакокрасочного покрытия, потемнение и следы коррозии в зоне складчатой деформации; по остальной боковой поверхности – шероховатость лакокрасочного покрытия; поверхность дна – без визуальных изменений. <i>Микроскопия:</i> в зоне складчатой деформации – разрушение лакокрасочного покрытия, коррозия; в зоне шероховатости – разрывы лакокрасочного покрытия, подпленочная коррозия (рисунок 6) Violation of integrity of paint coating, darkening and traces of corrosion in the zone of folded deformation; on the rest of the lateral surface - roughness of paint coating; bottom surface - without visual changes. <i>Microscopy:</i> in the zone of folded deformation - destruction of paint coating, corrosion; in the roughness zone - breaks of paint coating, sub-film corrosion (Figure 6).



Рисунок 4. Разрушение лакокрасочного покрытия и коррозия после стерилизации в 3% растворе пищевой соли
Figure 4. Destruction of paint coating and corrosion after sterilization in 3% solution of edible salt



Рисунок 5. Внутренняя поверхность банки № 5 после стерилизации в 3% растворе уксусной кислоты

Figure 5. The inner surface of jar No. 5 after sterilization in a 3% acetic acid solution

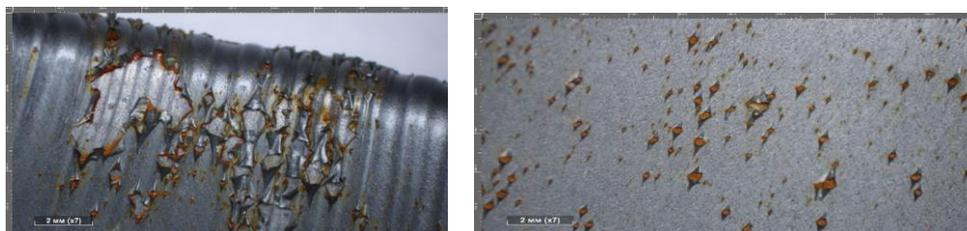


Рисунок 6. Разрушение лакокрасочного покрытия и коррозия после стерилизации в растворе, содержащем 2% пищевой соли и 2% уксуса

Figure 6. Destruction of paintwork and corrosion after sterilization in a solution containing 2% table salt and 2% vinegar

Жестяная тара № 5 не выдержала стерилизацию в модельных средах и не соответствует ГОСТ 5981–2011 «Банки и крышки к ним металлические для консервов. Технические условия».

Заключение

По результатам проведенных испытаний установлено, что консервы микробиологически стерильны и причиной бомбажа консервированной продукции «Салат «Дальневосточный» из морской капусты» является накопление газообразного водорода, выделяющегося при контакте заливки, содержащей в составе уксусную кислоту, с поверхностью металла вследствие разрушения лакокрасочного покрытия внутренней поверхности.

Разрушение лакокрасочного покрытия также является причиной коррозии внутренней поверхности банок с консервированной продукцией.

Причиной разрушения лакокрасочного покрытия является складчатая деформация металла, приводящая к нарушению адгезии и механическим повреждениям лакокрасочного покрытия. Причиной складчатой деформации является превышение предела текучести жести при штамповке. Возможными причинами достижения предела текучести жести при штамповке являются: нарушение технологии штамповки, использование низкопластичной жести, неоднородность физико-механических свойств жести.

Для предотвращения возможной порчи консервов из-за химического бомбажа необходим тщательный входной контроль жестяной тары на предприятии.

Литература

- 1 Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю. Перспективные объекты марикультуры Приморья // Рыбное хозяйство. 2021. № 1. С. 82–93. doi: 10.37663/0131–6184–2021–1–82–93
- 2 Н.С. Потемкина, В.Н. Крутько, В.И. Донцов, О.А. Роль информационных технологий в реализации концепции оздоровительного геропротекторного питания населения / Мамиконова // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2016. Т. 66. № 2. С. 60–73.
- 3 Rajput H. et al. Technology for Canning //Global Hi-Tech Horticulture. 2022. Т. 6. С. 135-151.
- 4 Иванов, П.П., Сидорова, Е.А. Проблемы и методы предотвращения бомбажа консервов в пищевой промышленности // Технологии пищевой промышленности. 2021. №4. С. 12–18.
- 5 Платонова Т.Ф., Бессараб О.В. Исследование коррозионного взаимодействия ЭЖК с водными растворами органических кислот, содержащими антоциановые пигменты // Пищевая промышленность. 2018. № 12. С. 77–79.
- 6 Vitkova T.G. Medical Review and Analysis of Canned Food Production Safety // Journal of Biomedical and Clinical Research. Sciendo. 2022. V. 15. № 1. P. 5–12. doi: 10.2478/jbcr-2022–0001
- 7 Enikova R.K., Stoynovska M.R., Karcheva M.D. Mycotoxins in Fruits and Vegetables // Journal of IMAB. 2020. V. 26. № 2. P. 3139–3143. doi: 10.5272/jimab.2020262.3139
- 8 Enikova R. Biological Health of Fruits and Vegetables. Prevention of well-known storage damage. Union of the Processors of Fruit and Vegetables. 2018. P. 132.
- 9 Деревицкая О.К., Дыдыкин А.С. Методологический подход к оценке потребительской упаковки для мясных консервов детского питания // Все о мясе. 2024. № 2. С. 30–33. doi: 10.21323/2071–2499–2024–2–30–33
- 10 Smith J.R., Johnson P.T. Canned Food Technology: Principles and Practices. New York: Springer, 2019. P. 380.

- 11 Anderson L.M., Davis R.K. Causes and Prevention of Swelling in Canned Foods // *Journal of Food Science and Technology*. 2021. V. 58. № 4. P. 512–520.
- 12 Brown C.E., Taylor A.S. Microbial Spoilage of Canned Products: A Comprehensive Review // *Food Microbiology Journal*. 2020. V. 45. P. 88–96.
- 13 Harris G.R. *Advances in Quality Control for Canned Foods*. London: Academic Press. 2020. P. 310.
- 14 Wilson D.P., Edwards K.M. The Role of Packaging Materials in Preventing Canning Defects // *Journal of Packaging Technology*. 2021. V. 12. № 3. P. 145–152.
- 15 Taylor J.P., Carter H.B. Chemical Interactions and Gas Production in Canned Foods // *International Journal of Food Chemistry*. 2019. V. 65. № 2. P. 90–98.
- 16 Roberts P.J., Kelly T.M. Biochemical Factors in Can Swelling: An Industrial Perspective // *Food Engineering Review*. 2020. V. 8. № 1. P. 33–41.
- 17 Morgan A.F., Green S.J. Innovations in Detecting Canning Defects // *Journal of Food Safety and Quality Assurance*. 2021. V. 10. № 4. P. 227–234.
- 18 Bennett L.J., Walker P.T. *Prevention of Botulism and Gas Formation in Canned Foods*. Oxford: Food and Nutrition Press, 2020. P. 290.
- 19 Шагров Д.И. Микробиологические аспекты бомбажа консервов // *Журнал микробиологии и биотехнологии*. 2020. Т. 35. № 6. С. 45–52.
- 20 Белов К.В., Андреева М.Л. Химические процессы в консервах при нарушении технологии производства // *Научные исследования в пищевой отрасли*. 2022. Т. 9. № 2. С. 67–75.

References

- 1 Gavrilova G.S., Sukhin I.Yu. Promising mariculture objects of Primorye // *Fisheries*. 2021. no. 1. pp. 82–93. doi: 10.37663/0131–6184–2021–1–82–93 (in Russian).
- 2 Potemkina N.S., Krutko V.N., Dontsov V.I., Mamikonova O.A. The role of information technology in implementing the concept of healthy geroprotective nutrition for the population // *Proceedings of the Institute of Systems Analysis of the Russian Academy of Sciences*. 2016. vol. 66. no. 2. pp. 60–73. (in Russian).
- 3 Rajput H. et al. Technology for Canning // *Global Hi-Tech Horticulture*. 2022. Vol. 6. pp. 135-151.
- 4 Ivanov P.P., Sidorova E.A. Problems and methods for preventing swelling in canned products in the food industry // *Food Industry Technologies*. 2021. no. 4. pp. 12–18. (in Russian).
- 5 Platonova T.F., Bessarab O.V. Study of corrosion interaction of fatty acids with aqueous solutions of organic acids containing anthocyanin pigments // *Food Industry*. 2018. no. 12. pp. 77–79. (in Russian).
- 6 Vitkova T.G. Medical review and analysis of canned food production safety // *Journal of Biomedical and Clinical Research. Sciendo*. 2022. Vol. 15. no. 1. pp. 5–12. doi: 10.2478/jbcr-2022–0001
- 7 Enikova R.K., Stoynovska M.R., Karcheva M.D. Mycotoxins in fruits and vegetables // *J of IMAB*. 2020. Vol. 26. no. 2. pp. 3139–3143. doi: 10.5272/jimab.2020262.3139
- 8 Enikova R. Biological health of fruits and vegetables. Prevention of well-known storage damage. *Union of the Processors of Fruit and Vegetables*. 2018. pp.132.
- 9 Derevitskaya O.K., Dydykin A.S. Methodological approach to evaluating consumer packaging for canned meat products for children // *All About Meat*. 2024. no. 2. pp. 30–33. doi: 10.21323/2071–2499–2024–2–30–33 (in Russian).
- 10 Smith J.R., Johnson P.T. *Canned Food Technology: Principles and Practices*. New York: Springer, 2019. pp.380.
- 11 Anderson L.M., Davis R.K. Causes and prevention of swelling in canned foods // *Journal of Food Science and Technology*. 2021. Vol. 58. no. 4. pp. 512–520.
- 12 Brown C.E., Taylor A.S. Microbial spoilage of canned products: a comprehensive review // *Food Microbiology Journal*. 2020. Vol. 45. pp. 88–96.
- 13 Harris G.R. *Advances in quality control for canned foods*. London: Academic Press. 2020. pp. 310.
- 14 Wilson D.P., Edwards K.M. The role of packaging materials in preventing canning defects // *Journal of Packaging Technology*. 2021. Vol. 12. no. 3. pp. 145–152.
- 15 Taylor J.P., Carter H.B. Chemical interactions and gas production in canned foods // *International Journal of Food Chemistry*. 2019. Vol. 65. no. 2. pp. 90–98.
- 16 Roberts P.J., Kelly T.M. Biochemical factors in can swelling: an industrial perspective // *Food Engineering Review*. 2020. Vol. 8. no. 1. pp. 33–41.
- 17 Morgan A.F., Green S.J. Innovations in detecting canning defects // *Journal of Food Safety and Quality Assurance*. 2021. Vol. 10. no. 4. pp. 227–234.
- 18 Bennett L.J., Walker P.T. *Prevention of botulism and gas formation in canned foods*. Oxford: Food and Nutrition Press, 2020. pp. 290.
- 19 Shatrov D.I. Microbiological aspects of swelling in canned products // *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2020. vol. 35. no. 6. pp. 45–52. (in Russian).
- 20 Belov K.V., Andreeva M.L. Chemical processes in canned products under production technology violations. *Scientific Research in the Food Industry*. 2022. vol. 9. no. 2. pp. 67–75. (in Russian).

Сведения об авторах

Мария В. Леонова магистрант 1 курса, кафедра биологии и биотехнологии, институт Новых технологий и искусственного интеллекта, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, ул. Интернациональная, 33, г. Тамбов, 392036, Россия, marialeonova395@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1377-5070>

Юлия В. Зеленева д.б.н., доцент, кафедра биологии и биотехнологии, институт Новых технологий и искусственного интеллекта, Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, ул. Интернациональная, 33, г. Тамбов, 392036, Россия, zelenewa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9716-288X>

Information about authors

Maria V. Leonova 1st year master's student, Department of Biology and Biotechnology, Institute of New Technologies and Artificial Intelligence, Derzhavin Tambov State University, Internatsionalnaya St., 33, Tambov, 392036, Russia, marialeonova395@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1377-5070>

Yulia V. Zeleneva Dr of Biological Sci., associate professor, Department of Biology and Biotechnology, Institute of New Technologies and Artificial Intelligence), Derzhavin Tambov State University, Internatsionalnaya St., 33, Tambov, 392036, Russia, zelenewa@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9716-288X>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/10/2024	После редакции 11/11/2024	Принята в печать 25/11/2024
Received 21/10/2024	Accepted in revised 11/11/2024	Accepted 25/11/2024