

Использование пищевых добавок для повышения качества и безопасности фруктовых консервов в металлической упаковке

Ольга В. Бессараб¹ upakovka@vniitek.ru
Татьяна Ф. Платонова¹ platokora@yandex.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН; ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская область, 142703, Россия

Реферат. Вследствие коррозии металлической упаковки качество консервов ухудшается в процессе хранения. Одним из путей снижения потерь качества и увеличения срока годности консервированных продуктов является применение пищевых добавок – ингибиторов коррозии. Из литературных данных известно, что пектин и желатин являются ингибиторами коррозии, действие которых основано на адсорбции к поверхности металла. Помимо обычного, в работе использовали гидролизованный желатин, который не вызывает увеличения вязкости жидкой фазы. Целью настоящей работы являлось изучение влияния пектина, желатина и гидролизованного желатина на скорость коррозии белой консервной жести электролитического лужения (ЭЖК) в среде жидкой фазы компотов из косточковых фруктов (вишен, черешен, персиков и слив). Скорость коррозии измеряли методом линейного поляризационного сопротивления, основанном на создании разности потенциалов между двумя одинаковыми образцами металла и измерении силы возникающего тока. Измерения проводили при помощи универсального автоматического коррозиметра «Эксперт-004». Для всех коррозионных сред кинетика скорости коррозии имеет следующий характер: в начале испытания наблюдается максимальная скорость коррозии ЭЖК, которая в течение 24-36 часов снижается до стационарного значения. Наличие ингибиторов не оказывает влияние на кинетику процесса, но стационарная скорость коррозии для жидкой фазы компота из вишен уменьшается в 1,6-3 раза, для жидкой фазы компота из персиков – в 1,9 раз. Для жидкой фазы компотов из черешен и слив внесение пектина и гидролизованного желатина ингибирующего эффекта не оказывает. Наибольший ингибирующий эффект для жидкой фазы компотов из вишен наблюдается при внесении 0,5% гидролизованного желатина – без ингибитора стационарная скорость коррозии ЭЖК составляет 8,3 мкм/год, с ингибитором – 2,8 мкм/год. По результатам исследования было установлено, что для снижения потерь качества в процессе хранения компотов из косточковых фруктов в металлической упаковке целесообразно внесение гидролизованного желатина в количестве 0,5 % к массе жидкой фазы.

Ключевые слова: металлическая упаковка; белая консервная жесь электролитического лужения (ЭЖК), скорость коррозии; ингибиторы коррозии, пектин, желатин, гидролизованный желатин, метод поляризационного сопротивления, компоты

Usage of food additives for improvement the quality and safety of fruit canned food in metallic packaging

Olga V. Bessarab¹ upakovka@vniitek.ru
Tatyana F. Platonova¹ platokora@yandex.ru

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Canned Food Technology – a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbatov; Shkol'naya str., 78, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia

Summary. Because of the metal packaging corrosion, during storage of canned food the quality deteriorates. One of the ways to reduction of quality loss and increase the shelf life of canned products is the use of food additives - corrosion inhibitors. From the literary data it is known that pectin and gelatin are corrosion inhibitors whose action is based on adsorption to the metal surface. Besides the usual gelatin, in the work we used hydrolyzed gelatin, which does not increase in the viscosity of the liquid phase. The aim of the present work was to study the effect of pectin, gelatin and hydrolysed gelatin on the tinplate corrosion rate in the liquid phase of stone fruit compotes (cherries, merries, peaches and plums). The corrosion rate was measured by the method of linear polarization resistance, based on the creating a potential difference between two identical samples of metal and measuring the amperage. The measurements were carried out using the universal automatic corrosion-meter "Expert-004". For all corrosive media, the corrosion rate kinetics is as follows: at the beginning of the test, the maximum corrosion rate of tinplate is observed, which decreases to a stationary value within 24-36 hours. The presence of inhibitors has not effect the kinetics of the process, but the steady-state corrosion rate for the liquid phase of compote from cherries decreased 1.6 - 3 times, for the liquid phase of compote from peaches - by 1.9 times. For the liquid phase of compotes from merries and plums, the application of pectin and hydrolysed gelatin does not has an inhibitory effect. The greatest inhibitory effect for the liquid phase of compotes from cherries is observed when applying 0.5% hydrolyzed gelatin - without an inhibitor, the steady-state corrosion rate of tinplate was 8.3 $\mu\text{m} / \text{year}$, with the inhibitor - 2.8 $\mu\text{m} / \text{year}$. According to the results of the study, it was found that in order to reduce quality losses during the storage of stone fruit compotes in a metal package, it is advisable to apply hydrolyzed gelatin in an amount of 0.5% to the mass of the liquid phase.

Keywords: metal packing; electrolytic tinplate, corrosion rate; corrosion inhibitors, pectin, gelatin, hydrolyzed gelatin, polarization resistance method, compotes

Для цитирования

Бессараб О.В., Платонова Т.Ф. Использование пищевых добавок для повышения качества и безопасности фруктовых консервов в металлической упаковке // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 170–175. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-170-175

For citation

Bessarab O.V., Platonova T.F. Usage of food additives for improvement the quality and safety of fruit canned food in metallic packaging. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 170–175. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-170-175

Введение

Одним из направлений развития консервной промышленности является повышение качества и безопасности, а также увеличения сроков хранения консервов в металлической упаковке.

Металлическая упаковка подвергается коррозии в результате контакта с содержимым, в результате чего в процессе хранения ухудшается качество продукта. Основными коррозионно-агрессивными веществами фруктовых и овощных консервов являются органические кислоты и их соли, при контакте которых с металлом на границе раздела фаз протекает процесс электрохимической коррозии. При этом одновременно происходят реакции анодного окисления металла и катодного восстановления ионов электролита, в результате чего металл переходит в продукт, т. е. в процессе хранения консервов в жестяной упаковке происходит накопление солей железа и олова, что приводит к ухудшению качества продукта и, следовательно, является фактором ограничения срока годности [1]. Также вследствие коррозионных процессов происходит выделение водорода, что приводит к бомбажу и, следовательно, браку консервов. С целью снижения потери качества и увеличения срока годности консервов целесообразно использовать пищевые добавки, которые являются ингибиторами коррозии.

В качестве ингибиторов коррозии известны желатин и пектин. Их ингибирующее действие основано на адсорбции конгломератов к поверхности металла и, следовательно, образовании защитной плёнки. В ряде работ приведены данные, доказывающие эффективность применения пектина и желатина в качестве ингибиторов коррозии для углеродистой стали и алюминиевых сплавов в среде соляной кислоты и гидроксида натрия [2–5].

Поскольку желатин имеет среднюю молекулярную массу 50000–70000 Da, то при введении его 0,1–0,5% к массе жидкой фазы увеличивается её вязкость, а при введении более 0,5% происходит желирование. Для предотвращения нежелательного желирования целесообразно использовать гидролизованный желатин, молекулярная масса которого в 2–3 раза меньше, чем у негидролизованного. Растворы пектина не вызывают заметного увеличения вязкости жидкой фазы в количестве, достаточном для стабилизации консистенции [6–8].

Материалы и методы

В качестве коррозионных сред использовали жидкую фазу компотов из косточковых фруктов – вишен, черешен, слив и персиков. Для изучения

ингибирующего действия в исходные компоты вносили следующие добавки:

- пектин яблочный в количестве 0,3 и 0,5% к массе жидкой фазы;
- желатин пищевой в количестве 0,1 и 0,5% к массе жидкой фазы;
- гидролизованный желатин со средней молекулярной массой 20000 Da в количестве 0,5% к массе жидкой фазы.

Скорость коррозии измеряли методом линейного поляризационного сопротивления, основанном на создании постоянной разности потенциалов (внешней поляризации) между двумя одинаковыми электродами и измерении силы возникающего при этом тока [9]. Измерения проводили при помощи универсального автоматического коррозиметра «Эксперт-004» с коммутатором по методике, разработанной специалистами ВНИИКОП [10, 11]. Коррозионная ячейка состоит из стеклянного цилиндра диаметром 40 мм, двух одинаковых образцов металла, двух уплотнительных прокладок из полимерного материала и фиксирующего устройства. В данной работе использовали пластины белой консервной жести электролитического лужения (ЭЖК) с толщиной стальной основы 0,18 мм, номинальной массой оловянного покрытия по 8,4 г/м² с каждой стороны.

Продолжительность одного испытания – 7 суток, запись значений скорости коррозии и тока поляризации проводили через каждые 4 часа в автоматическом режиме. Количество повторностей для каждой среды – 5; за результат испытания принимали среднее арифметическое значение.

Результаты и обсуждение

На рисунках 1 и 2 приведены кривые, отражающие изменение скорости коррозии ЭЖК при воздействии жидкой фазы компотов с различными добавками и без них. В таблице 1 приведены стационарные значения скорости коррозии и тока поляризации для компотов из вишен, черешен, слив и персиков с добавлением ингибиторов и без них.

Из рисунков 1 и 2 видно, что в начале испытания скорость коррозии имеет максимальное значение, которое в течение 24–36 часов уменьшается до стационарного, при этом наличие добавок не оказывает влияния на кинетику процесса. Уменьшение скорости связано с постепенным заполнением продуктами коррозии поверхности металла, что приводит к снижению плотности тока поляризации. После заполнения всей площади поверхности, контактирующей со средой, скорость коррозии практически не изменяется с течением времени, т. е. процесс переходит в стационарный режим.

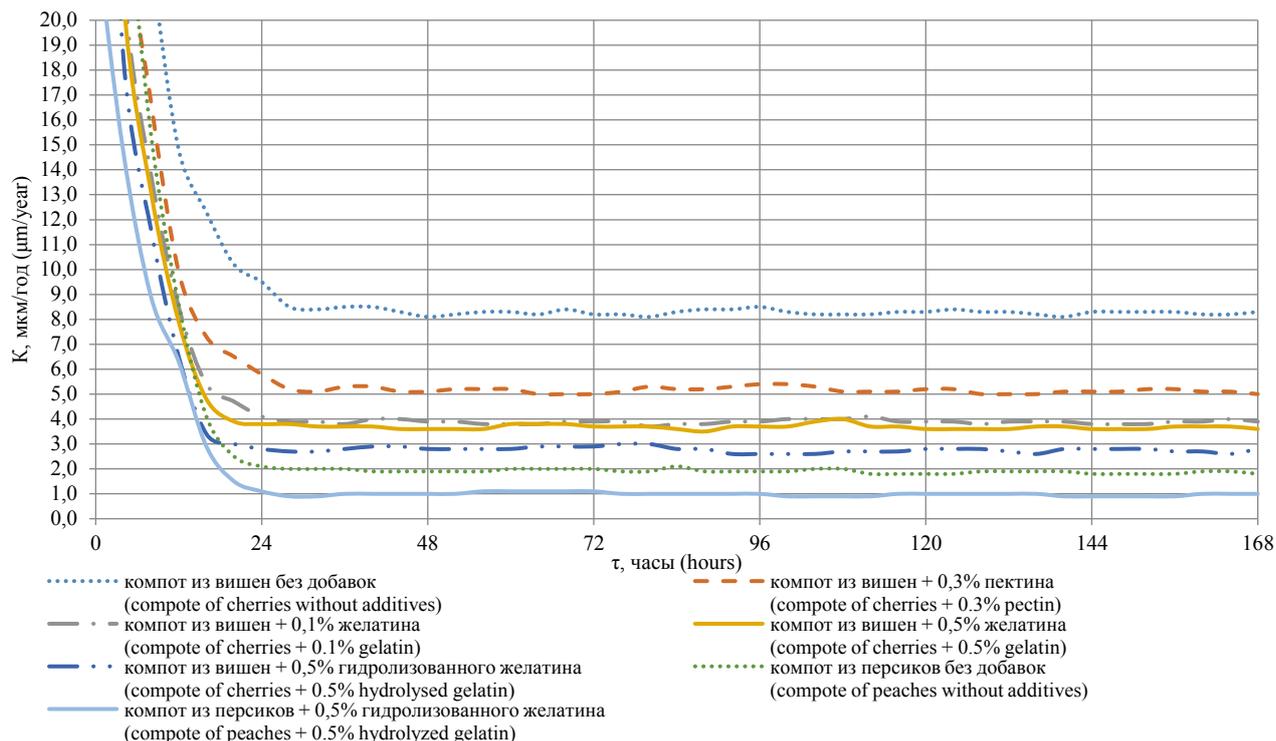


Рисунок 1. Изменение скорости коррозии ЭЖК при воздействии жидкой фазы компотов из вишен и персиков с добавками и без них

Figure 1. Change in the corrosion rate of tinplate when exposed to the liquid phase of compotes from cherries and peaches with and without additives

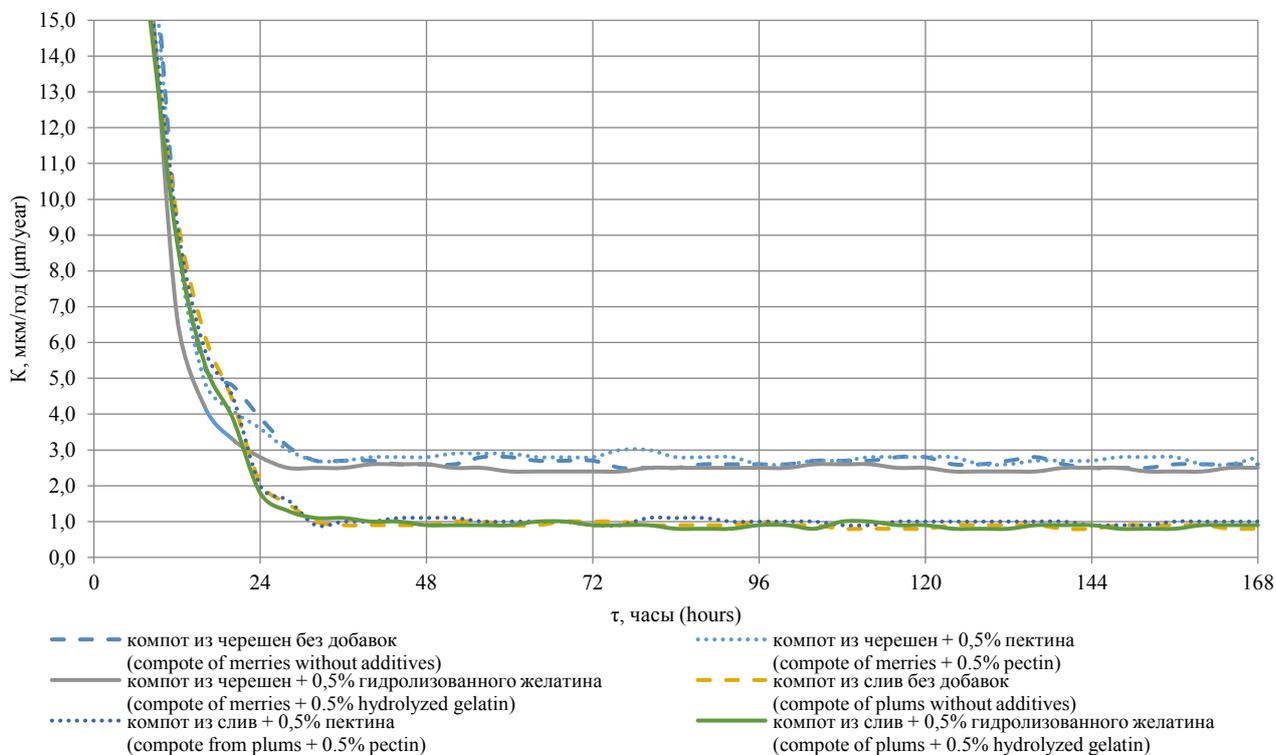


Рисунок 2. Изменение скорости коррозии ЭЖК при воздействии жидкой фазы компотов из черешен и слив с добавками и без них

Figure 2. Change in the corrosion rate of tinplate when exposed to liquid phase compotes of merries and plums with and without additives

Стационарные значения параметров коррозии

Table 1.

Stationary values of corrosion parameters

Коррозионная среда Corrosion medium	Ток поляризации I, mA Amperage of polarization I, ma	Скорость коррозии $V_{ст}$, мкм/год Corrosion rate V_s , $\mu\text{m}/\text{year}$
Компот из вишен без добавок Cherry compote with no additives	5,0 ± 0,1	8,3 ± 0,1
Компот из вишен + 0,3% пектина Cherry compote with 0.3% pectin	4,3 ± 0,1	5,1 ± 0,1
Компот из вишен + 0,1% желатина Cherry compote with 0.1% gelatin	3,0 ± 0,1	3,9 ± 0,1
Компот из вишен + 0,5% желатина Cherry compote with 0.5% gelatin	2,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1
Компот из вишен + 0,5% гидролизованного желатина Cherry compote with 0.5% hydrolyzed gelatin	2,6 ± 0,1	2,8 ± 0,1
Компот из черешен без добавок Merry compote with no additives	3,5 ± 0,1	2,6 ± 0,1
Компот из черешен + 0,5% гидролизованного желатина Merry compote with 0.5% hydrolyzed gelatin	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Компот из черешен + 0,5% пектина Merry compote with 0.5% pectin	2,5 ± 0,1	2,8 ± 0,1
Компот из слив без добавок Plum compote with no additives	2,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Компот из слив + 0,5% гидролизованного желатина Plum compote with 0.5% hydrolyzed gelatin	1,8 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Компот из слив + 0,5% пектина Plum compote with 0.5% pectin	2,7 ± 0,1	1,0 ± 0,1
Компот из персиков без добавок Peach compote with no additives	1,6 ± 0,1	1,9 ± 0,1
Компот из персиков + 0,5% гидролизованного желатина Peach compote with 0.5% hydrolyzed gelatin	1,4 ± 0,1	1,0 ± 0,1

Из таблицы 1 и рисунка 1 видно, что максимальная стационарная скорость коррозии для компота из вишен наблюдается у компота без добавок и составляет 8,3 мкм/год, а минимальная – у компота с добавлением 0,5% гидролизованного желатина и составляет 2,8 мкм/год. Таким образом, в результате внесения 0,5% гидролизованного желатина стационарная скорость коррозии белой жести снижается в 3 раза. Внесение пектина и обычного желатина оказывает несколько меньший ингибирующий эффект – стационарная скорость коррозии снижается в 1,6–2,2 раза. Для компота из персиков добавление 0,5% гидролизованного желатина приводит к снижению стационарной скорости коррозии ЭЖК в 1,9 раза (рисунок 1, таблица 1). Для компотов из черешен и слив внесение пектина, желатина и гидролизованного желатина не оказывает выраженного ингибирующего действия на скорость коррозии белой консервной жести (рисунок 2, таблица 1).

Таким образом, наиболее выраженный ингибирующий эффект для гидролизованного желатина (0,5%) наблюдается при добавлении в жидкую фазу компота из вишен. Это объясняется тем, что вишня отличается наиболее высоким содержанием антоцианов [12], которые способны образовывать комплексные соединения с ионами олова, что в результате приводит

к увеличению миграции олова с поверхности жести в продукт [13] и, следовательно, к увеличению скорости коррозии, т. е. антоцианы являются активаторами коррозионного процесса. Адсорбционный слой, образуемый молекулами желатина на поверхности металла, препятствует не только миграции ионов, но и образованию комплексов с антоцианами, т. е. ингибирующий эффект усиливается за счёт блокирования действия активатора (антоцианов).

Выводы

1) Добавление пектина, желатина и гидролизованного желатина в жидкую фазу компотов из вишен и персиков оказывает ингибирующее действие на скорость коррозии белой консервной жести. При внесении этих добавок в компоты из черешен и слив изменения скорости коррозии не наблюдается.

2) Наибольшее снижение стационарной скорости коррозии белой жести для компота из вишен наблюдается при внесении 0,5% гидролизованного желатина, т. е. данная добавка является наиболее эффективным ингибитором коррозии.

3) При производстве компотов из вишен и персиков, фасованных в металлическую упаковку, рекомендуется внесение в сироп 0,5% гидролизованного желатина с целью снижения потерь качества и увеличения срока хранения консервов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Abdel-Rahman N.A.-G. Tin-plate corrosion in canned foods // Journal of Global Biosciences. 2015. V. 4. №7. P. 2966–2971
- 2 Abdallah M., Kamar E.M., El-Etre A.Y., Salah Eid Gelatin as Corrosion Inhibitor for Aluminum and Aluminum Silicon Alloys in Sodium Hydroxide Solutions // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2016. V. 5. № 1. P. 140–148
- 3 Haruna K., Obot I.B., Ankah N.K., Sorour A.A. et al. Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment // Journal of Molecular Liquids. 2018. V. 264. P. 515–525
- 4 Fares M.M., Maayta A.K., Al-Qudah M.M. Pectin as promising green corrosion inhibitor of aluminum in hydrochloric acid solution // Corrosion Science. 2012. V. 60. P. 112–117
- 5 Umoren S.A., Obot I.B., Madhankumar A., Gasem Z.M. Performance evaluation of pectin as ecofriendly corrosion inhibitor for X60 pipeline steel in acid medium: Experimental and theoretical approaches // Carbohydrate Polymers. 2015. V. 124. P. 280–291
- 6 Аймесон А. Пищевые загустители, стабилизаторы и гелеобразователи. СПб: Профессия, 2012. 407 с.
- 7 Колотова Д.С., Кучина Ю.А., Деркач С.Р. Свойства желатины из кожи северных рыб в зависимости от условий получения // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств: материалы междунар. науч.-практ. конф. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. С. 153–156
- 8 Третьякова Н.Р., Барашкина Е.В. Сокосодержащие напитки с использованием растительных пищевых волокон: монография. Краснодар: ФГБОУ ВО "КубГТУ", 2017. 122 с.
- 9 Чавчанидзе А.Ш., Ракоч А.Г., Тимофеева Н.Ю., Базаркин А.Ю. Электрохимические исследования коррозионной стойкости металлических материалов в пищевых средах // Коррозия: материалы и защита. 2008. № 12. С. 10–16
- 10 Andryushchenko E.A., Kotlov Y.G., Polyakov S.G., Robsman G.I. et al. Evaluation of the corrosion aggressiveness of preserving media by the polarization resistance method // Protection Of Metals. 1988. V. 23. № 5. P. 636–638
- 11 Петров А.Н., Шавырин В.А., Базаркин А.Ю., Бессараб О.В. Определение коррозионной стойкости внутренней поверхности жестяных банок для консервированных продуктов // Пищевая промышленность. 2013. № 3. С. 10–12.
- 12 Дейнека Л.А., Чулков А.Н., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Шевченко С.М. Антоцианы плодов вишни и родственных растений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 15. № 9–1(104). С. 367–373.
- 13 Salt F.W., Thomas J.G.N. The anaerobic corrosion of tin in anthocyanin solutions and fruit syrups // Journal of Applied Chemistry. 1957. V. 7. № 5. P. 231–238

REFERENCES

- 1 Abdel-Rahman N.A.-G. Tin-plate corrosion in canned foods. Journal of Global Biosciences. 2015. vol. 4. no. 7. pp. 2966–2971
- 2 Abdallah M., Kamar E.M., El-Etre A.Y., Salah Eid Gelatin as Corrosion Inhibitor for Aluminum and Aluminum Silicon Alloys in Sodium Hydroxide Solutions. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2016. vol. 5. no. 1. pp. 140–148
- 3 Haruna K., Obot I.B., Ankah N.K., Sorour A.A. et al. Gelatin: A green corrosion inhibitor for carbon steel in oil well acidizing environment. Journal of Molecular Liquids. 2018. vol. 264. pp. 515–525
- 4 Fares M.M., Maayta A.K., Al-Qudah M.M. Pectin as promising green corrosion inhibitor of aluminum in hydrochloric acid solution. Corrosion Science. 2012. vol. 60. pp. 112–117
- 5 Umoren S.A., Obot I.B., Madhankumar A., Gasem Z.M. Performance evaluation of pectin as ecofriendly corrosion inhibitor for X60 pipeline steel in acid medium: Experimental and theoretical approaches. Carbohydrate Polymers. 2015. vol. 124. pp. 280–291
- 6 Aimenson A. Pishchevye zagustiteli stabilizatory i geleobrazovateli [Food thickeners, stabilizers and gelling agents] Saint-Petersburg, Professija, 2012. 407 p. (in Russian)
- 7 Kolotova D.S., Kuchina Yu. A., Derkach S.R. Properties of gelatin from the skin of northern fish, depending on the conditions of production. Sovremennye ekologo-biologicheskije i khimicheskije issledovaniia tekhnika i tekhnologiiia proizvodstv [Actual ecological, biological and chemical research, equipment and production technology: papers of the international scientific-practical conference: part 2] Murmansk, MSTU, 2016. P. 153–156 (in Russian)
- 8 Tret'jakova N.R. Sokosoderzhashchie napitki s ispolzovaniem rastitelnykh pishchevykh volokon [Juice-containing drinks with the use of nutrition fibers: monograph] Krasnodar, KubSTU, 2017. 122 p. (in Russian)
- 9 Chavchanidze A. Sh. Electrochemical studies of metal materials corrosion resistance in food environments. Korroziia materialy i zashchita [Corrosion: materials and protection] 2008. no. 12. pp. 10–16 (in Russian)
- 10 Andryushchenko E.A., Kotlov Y.G., Polyakov S.G., Robsman G.I. et al. Evaluation of the corrosion aggressiveness of preserving media by the polarization resistance method. Protection Of Metals. 1988. vol. 23. no. 5. pp. 636–638 (in Russian)
- 11 Petrov A.N., Shavyrin V.A., Bazarkin A. Ju., Bessarab O.V. Determination of corrosion resistance of the inner surface of tin cans for canned products. Pishchevaia promyshlennost [Food industry] 2013, no. 3, pp. 10–12 (in Russian)
- 12 Dejneka L.A. et al. Anthocyanins of cherry fruit and related plants. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki [Scientific statements of Belgorod state University. Series: natural science] 2011, vVol. 15, no. 9–1(104), pp. 367–373 (in Russian)
- 13 Salt F.W., Thomas J.G.N. The anaerobic corrosion of tin in anthocyanin solutions and fruit syrups. Journal of Applied Chemistry. 1957. vol. 7. no. 5. pp. 231–238

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ольга В. Бессараб зав. отделом, отдел тары и упаковки, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская обл., 142703, Россия, upakovka@vniitek.ru

Татьяна Ф. Платонова к.т.н., вед. научный сотрудник, отдел тары и упаковки, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, ул. Школьная, 78, г. Видное, Московская обл., 142703, Россия, platokora@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ольга В. Бессараб написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Татьяна Ф. Платонова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 13.06.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 19.07.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Olga V. Bessarab head of laboratory, laboratory of tare and packaging, All-Russian Scientific Research Institute of Canned Food Technology – a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia, upakovka@vniitek.ru

Tatyana F. Platonova Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, laboratory of tare and packaging, All-Russian Scientific Research Institute of Canned Food Technology – a branch of the Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов, Shkol'naya str., 78, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia, platokora@yandex.ru

CONTRIBUTION

Olga V. Bessarab wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Tatyana F. Platonova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 6.13.2018

ACCEPTED 7.18.2018