

Технология натуральных рыбных полуфабрикатов с использованием антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей

Ирина А. Тимошенкова¹ itimoshenkova@spbstu.ru

Юлия Г. Базарнова¹ jbazarnova@spbstu.ru

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия

Аннотация. Насущной проблемой предприятий малого и среднего бизнеса является низкое качество рыбного сырья, связанное с задержкой поставок от производителя. Актуальным является поиск новых технологических решений для пролонгирования сроков годности рыбного сырья путем снижения микробиологической нагрузки. В связи с этим предлагается технология производства натуральных рыбных полуфабрикатов с использованием антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей. В качестве объектов исследования использовали охлажденные тушки и полуфабрикаты из форели (филе-кусочек с кожей), а также антимикробные средства на основе органических кислот и их солей – «Дилактополидон» (ДЛП) и «Дилактин Форте Плюс» (ДФП). Выбор наиболее эффективной концентрации раствора ДЛП, используемого для обработки тушек форели, осуществляли с использованием математического метода планируемого однофакторного эксперимента с помощью программных средств Statgraphics Centurion. Получены уравнения регрессии с высокими коэффициентами корреляции. Установлена наиболее эффективная концентрация ДЛП при обработке тушек форели перед разделкой на филе-кусочек с кожей – 2% при соотношении сырья к раствору добавки 1:1 и выдержкой 20 мин. Такая обработка обеспечивает снижение риска повторной контаминации тушек рыбы при разделке за счет удержания активных компонентов ДЛП на поверхности капилляров мышечной ткани рыбы. Предложен способ обработки рыбного сырья и натуральных полуфабрикатов антимикробными композициями ДЛП и ДФП, который позволяет сохранять качество охлажденных полуфабрикатов в течение 13 сут, что обеспечивает срок годности 10 сут. Разработанная технология апробирована в производственных условиях.

Ключевые слова: свежесть, срок годности, рыбные полуфабрикаты, качество, органическая кислота, микробиологическая безопасность

Technology of fish semi-finished products using antimicrobial compositions with organic acids and salts

Irina A. Timoshenkova¹ itimoshenkova@spbstu.ru

Yuliya G. Bazarnova¹ jbazarnova@spbstu.ru

¹ Peter the Great St. Petersburg Politechnic University, Politechnicheskaya st., 29, St. Petersburg, 195251, Russia

Abstract. The actual problem of business is the low quality of fish raw materials due to the delay in deliveries from the manufacturer. The search for new technological solutions to extend the shelf life of fish raw materials due to the reduction of microbiological contamination is relevant. A technology is proposed for the production of natural fish semi-finished products using antimicrobial compositions based on organic acids and salts. Chilled carcasses, semi-finished products of trout (fillet with skin) and antimicrobial agents based on organic acids and salts (Dilactopolydon (DLP) and Dilactin Forte Plus (DFP)) were used as objects of research. The choice of the most effective concentration of the DLP solution for processing trout carcasses was carried out using the mathematical method of a single-factor experiment and the Statgraphics Centurion computer program. Regression equations with high correlation coefficients are obtained. The most effective concentration of DLP during processing of trout carcasses before cutting into a piece of fillet with peel was set at 2% when the ratio of raw material to the additive solution was 1:1 and aged for 20 minutes. This reduces the risk of re-contamination of fish carcasses during cutting due to the retention of the active components of DLP on the surface of the capillaries of the muscle tissue of the fish. A method for processing fish raw materials and natural semi-finished products with antimicrobial compounds DLP and DFP has been developed, which allows maintaining the quality of cooled semi-finished products for 13 days. This ensures a shelf life of 10 days. The developed technology has been tested under production conditions.

Keywords: freshness, shelf life, fish semi-finished products, quality, organic acid, microbiological safety

Введение

Одним из направлений государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности («Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120) является создание новых технологий глубокой и комплексной переработки продовольственного сырья, методов хранения и транспортировки сельскохозяйственной и рыбной продукции.

Насущной проблемой предприятий малого и среднего бизнеса является низкое качество рыбного сырья, связанное с задержкой поставок от производителя. Актуальным является поиск новых технологических решений для пролонгирования сроков годности рыбного сырья путем снижения микробиологической нагрузки [1–4].

В этой связи актуальной является разработка антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей, действие которых направлено на снижение обсемененности рыбного сырья, связывание свободной влаги

Для цитирования

Тимошенкова И.А., Базарнова Ю.Г. Технология натуральных рыбных полуфабрикатов с использованием антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 94–98. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-94-98

For citation

Timoshenkova I.A., Bazarnova Yu.G. Technology of fish semi-finished products using antimicrobial compositions with organic acids and salts. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 94–98. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-1-94-98

и регулирование буферной емкости. Использование антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей обеспечивает повышение микробиологической безопасности и пролонгирование сроков годности продукции рыбопереработки [5, 6]. Их технологическая эффективность обусловлена выраженным антимикробным действием в отношении санитарно-показательной микрофлоры продуктов переработки рыбы: *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* [7–9].

Обработка поверхности полуфабрикатов растворами лактата натрия (1,5%), диацетата натрия (1%) или их смесями и дальнейшее холодильное хранение в вакуумной упаковке или модифицированной газовой среде обеспечивает снижение активности воды (a_w) до уровня 0,9 и скорости роста общего микробного числа при холодильном хранении в 2 раза [10].

В последние годы внимание исследователей привлечено к полимерным материалам, в частности, к поливинилпирролидону (ПВП),

поскольку последний хорошо растворим в воде, устойчив к тепловой обработке и не токсичен.

Принимая во внимание имеющиеся данные по повышению микробиологической безопасности и увеличению сроков годности рыбной продукции, представляет интерес использование антимикробных композиций на основе органических соединений и их солей для обработки рыбного сырья и полуфабрикатов.

Цель работы – исследовать влияние антимикробных композиций на основе органических кислот и их солей на микробиологические показатели и потребительские свойства рыбных полуфабрикатов.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали охлажденные тушки и полуфабрикаты из форели (филе-кусочек с кожей), а также антимикробные средства на основе органических кислот и их солей. Характеристика антимикробных композиций, которые использовали для обработки рыбы, приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика исследуемых антимикробных композиций

Table 1.

Characteristic of the investigated antimicrobial agents

Наименование Name	Основное действующее вещество Main active ingredient	Вспомогательные вещества Excipients	pH
Дилактин Форте Плюс (ДФП) Dilaktin Forte Plus (DFP)	Молочная кислота, лактат натрия lactic acid, sodium lactate	Уксусная кислота, диацетат натрия, пропионовая кислота Acetic acid, sodium diacetate, propionic acid	5,8
Дилактополидон (ДЛП) Dilaktopolidon (DLP)	Молочная кислота, лактат натрия Lactic acid, sodium lactate	Уксусная кислота, пропионовая кислота, Полидон-А (водный раствор поливинил пирролидона) Acetic acid, propionic acid, Polydon-A (aqueous solution of polyvinyl pyrrolidone)	5,0

Выбор концентрации антимикробной композиции для обработки рыбного сырья

Тушки форели обрабатывали водным раствором ДЛП в выбранном диапазоне концентраций от 0,5 до 3,0% путем погружения на 20 мин при заданном соотношении неразделанной рыбы к водному раствору добавки 1:1 [7] и закладывали на холодильное хранение в течение 48 ч при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$. В качестве контрольных образцов использовали тушки форели без обработки.

В процессе хранения тушек форели определяли органолептические показатели по ГОСТ 7631, влагоудерживающую способность (ВУС) мышечной ткани – по ГОСТ 7636 и КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15.

Выбор способа обработки антимикробными композициями рыбных полуфабрикатов

Тушки форели, предварительно обработанные ДЛП в выбранной концентрации, разделяли на филе-кусочек при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, инъецировали ДФП с помощью инжектора ручного посолочного МИФ-ИР-05 при рабочем давлении 1,5 бар. Количество инъецируемой антимикробной композиции составляло 1:50 к массе рыбы [8]. После обработки полуфабрикаты упаковывали в пакеты из многослойной пленки («FINNVACUM OY AB», Финляндия) и вакуумировали (аппарат вакуумной упаковки ELECTROLUX EVP302/600113). В качестве контрольных образцов использовали рыбные полуфабрикаты (филе-кусочек) без обработки. Опытные и контрольные филе-кусочки массой

от 100 до 250 г упаковывали и хранили в течение 48 ч при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$.

В процессе хранения рыбных полуфабрикатов определяли органолептические показатели по ГОСТ 7631, влагоудерживающую способность (ВУС) мышечной ткани – по ГОСТ 7636, КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15 и наличие санитарно-показательных микроорганизмов в соответствии с ГОСТ 31747, ГОСТ 31746, ГОСТ 31659, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 29185 и ГОСТ 32031.

Сроки годности полуфабрикатов определяли в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847–04 с учетом коэффициента резерва (1,3) при предполагаемом сроке годности 10 сут.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведены результаты исследований влияния концентрации раствора ДЛП на динамику КМАФАнМ в тушках форели в течение 48 ч холодильного хранения.

Установлено, что обработка образцов тушек рыбы путем погружения в растворы ДЛП концентрацией от 1 до 3% позволяет увеличить продолжительность хранения рыбы от 12 до 36 ч относительно контрольного образца.

Выбор наиболее эффективной концентрации раствора ДЛП, используемого для обработки тушек форели (х, %), осуществляли с использованием математического метода планируемого однофакторного эксперимента (ОФЭ) с помощью программных средств Statgraphics Centurion. В качестве параметров отклика использовали показатели КМАФАнМ (y_1) и ВУС (y_2) тушек

форели. Продолжительность хранения образцов составляла 48 ч при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$.

Варьирование значений факторов оптимизации в точках ОФЭ осуществляли в интервале концентраций растворов ДЛП от 0,5 до 3,0% с шагом 0,5%. Интервалы варьирования факторов оптимизации задавали с учетом их совместности и реализуемости в опытах.

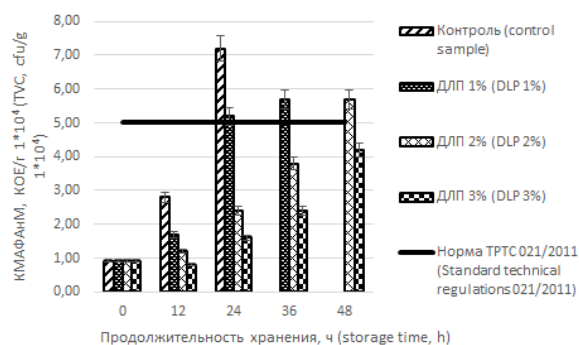


Рисунок 1. Влияние концентрации раствора ДЛП на динамику КМАФАнМ в тушках форели при холодильном хранении $(4\pm 2)^\circ\text{C}$. Способ обработки – погружной (соотношение раствора ДЛП: сырье 1:1 по массе)

Figure 1. The influence of the concentration of DLP solution on the dynamics of TVC in trout carcasses during refrigerated storage $(4\pm 2)^\circ\text{C}$. Processing method – submersible (DLP solution ratio: raw materials 1: 1 by weight)

На основании анализа экспериментальных данных получены уравнения регрессии (таблица 2), которые достоверно значимы и характеризуются высокими коэффициентами корреляции.

Таблица 2.

Регрессионная статистика показателей опытных образцов тушек форели

Table 2.

Regression statistics for prototypes of trout carcasses

Уравнения регрессий Regression equation	Скорректированный коэффициент детерминации Adjusted R-squared	Коэффициент корреляции Correlation coefficient
$y_1 = 100,3 - 68,9 \ln x$	0,97	-0,98
$y_2 = 1/(0,01 + 0,003/x)$	0,60	0,82

Установлено, что обработка тушек рыбы перед их разделкой на филе-кусочек с кожей 2%-ным раствором антимицробной композиции ДЛП путем погружения на 20 мин при соотношении сырья к раствору добавки 1:1 обеспечивает снижение риска повторной контаминации тушек рыбы при разделке за счет удержания активных компонентов ДЛП на поверхности капилляров мышечной ткани рыбы.

Определение сроков годности натуральных рыбных полуфабрикатов проводили

в соответствии с требованиями МУК 4.2.1847–04 в течение 10 сут с учетом коэффициента резерва, равного 1,3. Контрольные сроки выбраны с требуемой периодичностью – фон (после выработки) и затем через 7, 10 и 13 сут.

На рисунке 2 представлена динамика КМАФАнМ в исследуемых рыбных полуфабрикатах из форели при холодильном хранении в течение 13 сут при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$.

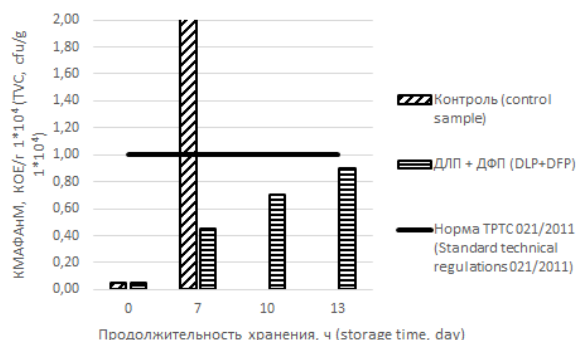


Рисунок 2. Динамика КМАФАнМ в исследуемых рыбных полуфабрикатах из форели при холодильном хранении (4±2) °C; 13 сут)

Figure 2. Dynamics of TVC in fish trout semi-finished products under study during refrigerated storage (4±2) °C; 13 days)

По органолептическим показателям, уровню КМАФАнМ и санитарно-показательной микрофлоры (БГКП, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, сульфитредуцирующие бактерии рода *Clostridium* и бактерии рода *Salmonella*) образцы рыбных полуфабрикатов, обработанных антимикробными композициями в установленных нами концентрациях ДЛП и ДФП, соответствовали нормативам в течение всего срока хранения.

Таким образом, обработка рыбного сырья и натуральных полуфабрикатов антимикробными композициями ДЛП и ДФП позволяет сохранять качество охлажденных полуфабрикатов в течение 13 сут, что обеспечивает срок годности 10 сут.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Yu D., Xu Ya., Jiang Q., Yang F. et al. Freshness assessment of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during storage at 4 °C by physicochemical, microbiological and sensorial evaluations // Journal of food safety. 2017. V. 37. № 2. e12305. doi: 10.1111/jfs.12305
- 2 Hafezparast-Moadab N., Hamdami N., Dalvi-Isfahan M., Farahnaky A. Effects of radiofrequency-assisted freezing on microstructure and quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet // Innovative food science and emerging technologies. 2018. V. 47. P. 81–87. doi: 10.1016/j.ifset.2017.12.012
- 3 Karoui R., Hassoun A., Ethuin P. Front face fluorescence spectroscopy enables rapid differentiation of fresh and frozen-thawed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets // Journal of food engineering. 2017. V. 202. P. 89–98. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.01.018
- 4 Ucak I., Gokoglu N., Toepfl S., Galanakis C.M. Inhibitory effects of high pressure processing on *Photobacterium phosphoreum* and *Morganella psychrotolerans* in vacuum packed herring (*Clupea harengus*) // Journal of food safety. 2018. V. 38. № 6. e12519. doi: 10.1111/jfs.12519
- 5 Smyth C., Brunton N.P., Fogarty C., Bolton D.J. The Effect of Organic Acid, Trisodium Phosphate and Essential Oil Component Immersion Treatments on the Microbiology of Cod (*Gadus morhua*) during Chilled Storage // Foods. 2017. V. 7. № 12. P. 200. doi: 10.3390/foods7120200

Заключение

Для предотвращения контаминации поверхности рыбного сырья при разделке и порционировании целесообразно использовать погружной способ обработки тушек антимикробными композициями с последующим их инъектированием в натуральные рыбные полуфабрикаты (филе-кусочек).

Антимикробные композиции являются эффективными при обработке тушек форели погружным способом и соотношении растворов ДЛП к массе рыбы – 1:1; натуральных полуфабрикатов из форели инъектированием раствором ДФП при соотношении 1:50 к массе рыбы, что позволяет увеличить сроки годности полуфабрикатов до 10 сут.

Путем проведения однофакторного эксперимента получены уравнения регрессии, характеризующие зависимости показателей ВУС тканей рыбы и КМАФАнМ от концентрации раствора ДЛП. Установлено, что оптимальное значение концентрации раствора ДЛП составляет 2% при соотношении 1:1 к массе рыбы.

Разработан и утвержден комплект технической документации по производству рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий с использованием антимикробных композиций серии «Дилактин» (ТУ 10.85.12-021-38524349-2018).

Способ обработки рыбы и технология приготовления охлажденных рыбных полуфабрикатов филе-кусочек с использованием антимикробных композиций ДЛП и ДФП апробирован в производственных условиях ООО «Аппетитпром» (Санкт-Петербург).

- 6 Алехина Л.В., Мансветова Е.В. Инновационные технологии с применением комплексных пищевых добавок // Вестник Аромарос-М. 2014. № 1. С. 21–29.

- 7 Пат. № 2436416, RU, A23L 1/325. Способ производства рыбных пресервов / Евелева В.В., Черпалова Т.М., Тимошенкова О.Н., Демченко В.А. № 2010116444/13; Заявл. 2010116444; Опубл. 20.12.2011, Бюлл. № 35.

- 8 Тимошенкова И.А., Москвичева Е.В., Евелева В.В. К обоснованию технологии кулинарных изделий из пресноводных рыб, упакованных под вакуумом // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12–3 (54). С. 186–190. doi: 10.18454/IRJ.2016.54.107

- 9 Тимошенкова И.А., Евелева В.В., Перкель Р.Л., Андреева Л.В. Обоснование выбора пищевых добавок для технологии рыбных полуфабрикатов, упакованных под вакуумом // Вестник Новгородского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. 2015. № 3(86), Ч. 1. С. 34–37.

- 10 Li X., Li J., Zhu J., Wang Ya. et al. Postmortem changes in yellow grouper (*Epinephelus awoara*) fillets stored under vacuum packaging at 0 °C // Food Chemistry. 2011. V. 126. № 3. P. 896–901. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.071

REFERENCES

- 1 Yu D., Xu Ya., Jiang Q., Yang F. et al. Freshness assessment of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during storage at 4 °C by physicochemical, microbiological and sensorial evaluations. *Journal of food safety*. 2017. vol. 37. no. 2. e12305. doi: 10.1111/jfs.12305
- 2 Hafezparast-Moadab N., Hamdami N., Dalvi-Isfahan M., Farahnaky A. Effects of radiofrequency-assisted freezing on microstructure and quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet. *Innovative food science and emerging technologies*. 2018. vol. 47. pp. 81–87. doi: 10.1016/j.ifset.2017.12.012
- 3 Karoui R., Hassoun A., Ethuin P. Front face fluorescence spectroscopy enables rapid differentiation of fresh and frozen-thawed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Journal of food engineering*. 2017. vol. 202. pp. 89–98. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.01.018
- 4 Ucak I., Gokoglu N., Toepfl S., Galanakis C.M. Inhibitory effects of high pressure processing on *Photobacterium phosphoreum* and *Morganella psychrotolerans* in vacuum packed herring (*Clupea harengus*). *Journal of food safety*. 2018. vol. 38. no. 6. e12519. doi: 10.1111/jfs.12519
- 5 Smyth C., Brunton N.P., Fogarty C., Bolton D.J. The Effect of Organic Acid, Trisodium Phosphate and Essential Oil Component Immersion Treatments on the Microbiology of Cod (*Gadus morhua*) during Chilled Storage. *Foods*. 2017. vol. 7. no. 12. pp. 200. doi: 10.3390/foods7120200
- 6 Alekhina L.V., Mansvetova E.V. Innovative technologies with the use of complex food additives. *Vestnik Aromaros-M* [Bulletin Aromaros-M]. 2014. vol. 1. pp. 21–29. (in Russian).
- 7 Yevleva V.V., Cherpilova T.M., Timoshenkova O.N., Demchenko V.A. Sposob proizvodstva rybnykh preservov [Method for the production of fish preserves]. Patent RF, no. 2436416, 2011.
- 8 Timoshenkova I.A., Moskvicheva E.V., Eveleva V.V. To justify the technology of culinary products from freshwater fish packed under vacuum. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal]. 2016. vol. 12–3 (54). pp. 186–190. doi: 10.18454/IRJ.2016.54.107 (in Russian).
- 9 Timoshenkova I.A., Yevleva V.V., Perkel R.L., Andreeva L.V. Justification of the choice of food additives for fish semi-finished technology packaged under vacuum. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaystvennyye nauki* [Bulletin of Novgorod State University. Series: Agricultural Sciences]. 2015. vol. 3 (86). no. 1. pp. 34–37. (in Russian).
- 10 Li X., Li J., Zhu J., Wang Ya. et al. Postmortem changes in yellow grouper (*Epinephelus awoara*) fillets stored under vacuum packaging at 0 °C. *Food Chemistry*. 2011. vol. 126. no. 3. pp. 896–901. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.071

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина А. Тимошенкова старший преподаватель, Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия, itimoshenkova@spbstu.ru

Юлия Г. Базарнова д.т.н., профессор, Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия, jbazarnova@spbstu.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ирина А. Тимошенкова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Юлия Г. Базарнова консультация в ходе исследования, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 14.01.2019

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 07.02.2019

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Irina A. Timoshenkova senior lecturer, Graduate school of biotechnology and food science, Peter the Great st.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Politechnicheskaya, 29, St.Petersburg, 195251, Russia, itimoshenkova@spbstu.ru

Yuliya G. Bazarnova Dr. Sci. (Engin.), professor, Graduate school of biotechnology and food science, Peter the Great st.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), Politechnicheskaya, 29, St.Petersburg, 195251, Russia, jbazarnova@spbstu.ru

CONTRIBUTION

Irina A. Timoshenkova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Yuliya G. Bazarnova consultation during the study, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.14.2019

ACCEPTED 2.7.2019