

Способы получения экстракта травы зверобоя для пищевой промышленности

Алексей В. Дранников	¹	drannikov@list.ru	 0000-0002-3060-8688
Александр А. Шевцов	²	shevalol@rambler.ru	 0000-0003-2599-5692
Яна П. Домбровская	¹	yana_dombrovskaya@inbox.ru	 0000-0003-2363-7648
Анна А. Дерканосова	¹	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Дмитрий С. Китаев	¹	kitaevdm01@mail.ru	
Наталья Л. Клейменова	⁴	klesha78@list.ru	 0000-0002-1462-4055

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина, ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия

Аннотация. Трава зверобоя содержит биологически активные соединения, флавоноиды (1,5–5%), нафтодиантроны, флороглюцины, дубильные вещества (10–13%), эфирное масло (0,1–0,33%) и другие соединения. В соответствии с патентом RU 2 067 452 C1 получение экстракта зверобоя проводится с помощью системы растворителей ацетон-70% этанол – 30% этанол. Траву зверобоя подвергают экстрагированию ацетоном. Оставшееся после экстрагирования сырье высушивают и экстрагируют 70% этанолом при соотношении 1:10 методом перколяции. Полученные от извлечений экстракты объединяют и высушивают. Экстракты травы зверобоя можно получать с применением двухфазной системы растворителей. В качестве экстрагирующей системы используется смесь растворителей - хлороформ: этанол: вода (8:10:10). Существует следующий способ. Используются растворители в этанол, метанол, изопропанол (каждый в концентрации 40%, 70% и неразбавленные) и в воде, с помощью ультразвука. Образцы экстрагируются в течение 15, 30 и 60 мин. Экстрагирование в воде с помощью ультразвука по процентному содержанию отдаваемых биологически активных компонентов сравнимо близко к экранированию спиртами, но не требует очистки. Для пищевого производства актуальным будет способ получения экстракта травы зверобоя по патенту RU 2 265 448 C2. Где обработанную лазером массу суспендируют в воде. Суспендирование осуществляется так, чтобы на 1 л воды приходилось от 50 до 300, предпочтительно от 100 до 250 г обработанной лазером массы травы зверобоя. Суспендирование измельченных растений следует проводить при температуре от 10 до 40°C, хотя не исключаются и более высокие или более низкие температуры. Затем суспензию выдерживают от 5 до 20 дней, предпочтительно от 7 до 15 дней при температуре от 2 до 10°C, предпочтительно от 4 до 8°C. Пищевые продукты, обогащенные экстрактом травы зверобоя, имеют более длительные сроки хранения.

Ключевые слова: зверобой, экстракция, пищевая промышленность, экстракт зверобоя, химический состав.

Methods of obtaining hypericaceae herb extract for the food industry

Alexey V. Drannikov	¹	drannikov@list.ru	 0000-0002-3060-8688
Alexander A. Shevtsov	²	shevalol@rambler.ru	 0000-0003-2599-5692
Yana P. Dombrovskaya	¹	yana_dombrovskaya@inbox.ru	 0000-0003-2363-7648
Anna A. Derkanosova	¹	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Dmitrij S. Kitaev	¹	kitaevdm01@mail.ru	
Natalia L. Kleymenova	⁴	klesha78@list.ru	 0000-0002-1462-4055

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, st. Old Bolsheviks, 54a, Voronezh, 394064, Russia

Abstract. Hypericaceae herb contains biologically active compounds, flavonoids (1.5–5%), naphthodianthrons, phloroglucins, tannins (10–13%), essential oil (0.1–0.33%) and other compounds. In accordance with the patent RU 2,067,452 C1, St. John's wort extract is obtained using a solvent system acetone-70% ethanol – 30% ethanol. Hypericaceae is extracted with acetone. The raw materials remaining after extraction are dried and extracted with 70% ethanol at a ratio of 1:10 by percolation. The extracts obtained from the extracts are combined and dried. Extracts of St. John's wort herb can be obtained using a two-phase solvent system. As an extraction system, a mixture of solvents is used - chloroform: ethanol: water (8:10:10). There is the following way. Solvents are used in ethanol, methanol, isopropanol (each in a concentration of 40%, 70% and undiluted) and in water, using ultrasound. Samples are extracted within 15, 30 and 60 minutes. Extraction in water using ultrasound is comparably close to screening with alcohols in terms of the percentage of biologically active components given off, but does not require purification. For food production, the method of obtaining St. John's wort herb extract according to the patent RU 2 265 448 C2 will be relevant. Where the laser-treated mass is suspended in water. Suspension is carried out so that for 1 liter of water there are from 50 to 300, preferably from 100 to 250 g of laser-treated mass of St. John's wort grass. The suspension of crushed plants should be carried out at a temperature of 10 to 40 ° C, although higher or lower temperatures are not excluded. Then the suspension is kept from 5 to 20 days, preferably from 7 to 15 days at a temperature of 2 to 10 ° C, preferably from 4 to 8 ° C. Food products enriched with St. John's wort herb extract have longer shelf life.

Keywords: hypericum, extraction, food industry, hypericum extract, chemical composition.

Для цитирования

Дранников А.В., Шевцов А.А., Домбровская Я.П., Дерканосова А.А., Китаев Д.С., Клейменова Н.Л. Способы получения экстракта травы зверобоя для пищевой промышленности // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 147–151. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-147-151

For citation

Drannikov A.V., Shevtsov A.A., Dombrovskaya Ya.P., Derkanosova A.A., Kitaev D.S., Kleymenova N.L. Methods of obtaining hypericaceae herb extract for the food industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 147–151. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-147-151

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

Введение

В пищевой промышленности наряду с синтетическими красителями и добавками применяются и средства на основе растительного сырья. В последние годы их роль неуклонно возрастает, особенно на фоне современной проблемы здорового питания. Изучение состава и свойств биологически активных компонентов, входящих в состав лекарственных растений, поиски оптимальных способов их получения является одним из актуальных направлений научных исследований.

В русской народной медицине трава зверобоя известна лечебными свойствами, например, широко используется при ревматизме, ишиасе, подагре, туберкулезе легких с кровохарканьями, кровотечениях и белых у женщин, геморрое, заболеваниях печени, мастопатии, различного рода воспалительных процессах, фурункулах и т. п. [1, 2].

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.) – это многолетнее травянистое растение семейства зверобойных высотой 30–100 см. Стебли гладкие, круглые, с двумя боковыми ребрами, наверху ветвистые. Листья с многочисленными просвечивающимися светлыми и черными железками. При осмотре они кажутся проколотыми. Цветки собраны в соцветие. Лепестки ярко-желтые. Плод зверобоя – трехгнездная коробочка.

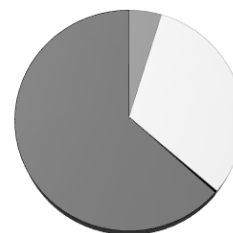
Зверобой продырявленный распространен почти на всей европейской части России, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, а также в горах Средней Азии. Растет на сухих лугах, холмах, полянах и опушках леса, в разреженных лесах и среди зарослей кустарника. Встречается как сорняк возле дорог и по окраинам полей [3].

Трава зверобоя содержит разнообразные биологически активные соединения, важнейшими из которых являются флавоноиды (1,5–5%), нафтодиантроны, флороглюцины, дубильные вещества (10–13%), эфирное масло (0,1–0,33%) и другие соединения [4].

Флавоноиды снимают спазм гладкой мускулатуры желчных протоков, мочеточников, а также кровеносных сосудов. Они увеличивают отток желчи, препятствуют ее застою в желчном пузыре, предотвращают образование камней, облегчают желчевыделение, снимают спазмы кишечника, улучшают пищеварительную способность желудочно – кишечного тракта.

Активные вещества обладают антибактериальными, антисептическими, противовоспалительными, желчегонными, мочегонными, вяжущими свойствами.

Зверобой обладает общеукрепляющим, противовоспалительным, желчегонным, вяжущим действием.



■ флавоноиды

flavonoids

□ нафтодиантроны, флороглюцины, дубильные вещества

naphthorodians,
floroglucins,
tannins

■ эфирное масло

essential oil

■ другие соединения

other
compounds

Рисунок 1. Состав биологически активных соединений в траве зверобоя

Figure 1. The composition of biologically active compounds in hypericaceae

Богатый химический состав зверобоя является основополагающей лечебных свойств травы зверобоя. Это растение обладает разносторонними действиями: противовоспалительным, антимикробным, антидепрессивным, кровоостанавливающим, противовирусным, антиоксидантным и др. Поэтому добавление трав зверобоя в продукцию будет иметь положительный эффект на здоровье человека, но добавление самой травы возможно не во все продукты и концентрация активных веществ будет минимальным. Поэтому необходимо использовать экстракт, т. к. в нем содержатся активные вещества в высокой концентрации.

Цель данной работы - изучение известных способов получения экстракта зверобоя.

В соответствии с патентом RU 2 067 452 C1 получение экстракта зверобоя может осуществляться с помощью системы растворителей ацетон – 70% этанол – 30% этанол. Способ используется следующим образом.

Траву зверобоя первоначально подвергают экстрагированию ацетоном. Оставшееся после экстрагирования растительное сырье высушивают и экстрагируют 70% этанолом при соотношении 1:10 методом перколяции. Растительное сырье, оставшееся после экстракции 70%-ным этанолом, высушивают и затем экстрагируют 30%-ным этанолом при соотношении 1:10. Полученные от извлечений экстракты объединяют и высушивают.

Данная последовательность применения растворителей с различной полярностью позволяет выделить из травы зверобоя максимальное количество химически активных веществ, обладающих антибактериальной активностью.

В соответствии с источником [5] экстракты травы зверобоя можно получать с применением двухфазной системы растворителей. В качестве экстрагирующей системы используется смесь растворителей – хлороформ: этанол: вода (8:10:10).

Для получения экстракта травы зверобоя в соответствии с источником [6] можно использовать совместно с растворителями ультразвук. Способ осуществляется следующим образом.

Используются растворители в этанол, метанол, изопропанол (каждый в концентрации 40%, 70% и неразбавленные) и в воде, с помощью ультразвука. Образцы экстрагируются в течение 15, 30 и 60 мин. На основании данной работы видно, что экстрагирование в воде с помощью ультразвука по процентному содержанию отдаваемых биологически активных компонентов сравнимо близко к экранированию спиртами, но не требует очистки и может использоваться в пищевом производстве.

Известны так же способы получения масляных экстрактов [7, 8, 9, 10, 11].

Экстракт травы зверобоя получают с помощью экстракционных растворителей таких как: оливковое, пальмовое и подсолнечное масло. В соотношении 1:5 (трава зверобоя: масло). Данные экстракты могут быть использованы в фармакологии и косметологии.

Для пищевого производства наиболее актуальным будет способ получения экстракта травы зверобоя, описанный в источнике [3, 12-20] (вода и ультразвук) или способ согласно патенту RU 2 265 448 C2. Где обработанную лазером

массу суспендируют в воде. Суспендирование осуществляется таким образом, чтобы на 1 л воды приходилось от 50 до 300, предпочтительно от 100 до 250 г. обработанной лазером массы травы зверобоя. Суспендирование измельченных растений следует проводить при температуре от 10 до 40 °С, хотя не исключаются и более высокие или более низкие температуры. Затем суспензию выдерживают от 5 до 20 дней, предпочтительно от 7 до 15 дней при температуре от 2 до 10 °С, предпочтительно от 4 до 8 °С.

В результате использования способа получения водного экстракта травы зверобоя возможно получение водного раствора универсального в применении, как в пищевой, так и в химической, фармакологической и косметологической промышленности.

Все представленные способы применимы для получения качественного экстракта зверобоя.

Учитывая уникальные антибактериальные свойства экстракта травы зверобоя, его необычайно широкое распространение в природе, можно сделать вывод о перспективе применения данного метода в различных отраслях пищевой промышленности. Пищевые продукты, обогащенные экстрактом травы зверобоя, устойчивы к воздействию микроорганизмов, имеют более длительные сроки хранения, обладают иммунобиологическими свойствами и предназначены в первую очередь для оздоровления детей и взрослого населения различных социальных групп, профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Литература

- 1 Гусев Н.Ф., Петрова Г.В., Филиппова А.В., Немерешина О.Н. Перспективы использования лекарственных растений в современной России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. №. 2. С. 167-170.
- 2 Зверобой: полезные свойства и противопоказания, применение в народной медицине. Лечебные свойства травы зверобоя: средство от 99 болезней // Энциклопедия лекарственных растений. URL: <https://herbalpedia.ru/catalog/zverboj.html>
- 3 Кириллов Н.А. Использование растений при лечении иммунных заболеваний // Современные проблемы медицины и естественных наук. 2018. Р. 57-61.
- 4 Постраш И.Ю. Трава зверобоя продырявленного: химический состав, свойства, применение // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 1 (53). С. 57-63.
- 5 Коваленко Н.А., Янцевич А.В., Супиченко Г.Н., Леонтьев В.Н. Получение гиперидинобогатенных экстрактов зверобоя продырявленного // Труды БГТУ. 2015. №4. С. 207-210.
- 6 Muzykiewicz A. et al. Antioxidant activity of St. John's Wort extracts obtained with ultrasound-assisted extraction // Pomeranian Journal of Life Sciences. 2019. V. 65. №. 4. P. 89-93. doi: 10.21164/pomjlifesci.640
- 7 Arsić I. Preparation and characterization of St. John's wort herb extracts using olive, sunflower and palm oils // Acta facultatis medicae Naissensis. 2016. V. 33. №. 2. P. 119-126. doi: 10.1515/afmnai-2016-0013
- 8 Долматова О.И., Рудометкина К.А. Технология масла кисломолочного с фитокомпонентами // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 225-228. doi: 10.20914/2310-1202-2018-4-225-228
- 9 Правдивцева О.Е., Куркин В.А. Исследования по обоснованию новых подходов к стандартизации сырья и препаратов зверобоя продырявленного // Химия растительного сырья. 2008. №. 1. С. 81-86.
- 10 Правдивцева О.Е., Куркин В.А. Стерилизация надземной части зверобоя продырявленного // Химия растительного сырья. 2011. №. 4. С. 333-334.
- 11 Zhang J. et al. Enhanced hypericin extraction from *Hypericum perforatum* L. by coupling microwave with enzyme-assisted strategy // Industrial Crops and Products. 2019. V. 137. P. 231-238. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.05.036
- 12 Aydin G. et al. The Use of Natural Preservative Propolis and *Hypericum perforatum* Oil in Herbal Cream Production // International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research. 2021. V. 2. №. 1. P. 27-35.

- 13 Jarzębski M. et al. Characterization of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) and the impact of filtration process on bioactive extracts incorporated into carbohydrate-based hydrogels // *Food Hydrocolloids*. 2020. V. 104. P. 105748. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.105748
- 14 Giacometti J. et al. Extraction of bioactive compounds and essential oils from mediterranean herbs by conventional and green innovative techniques: A review // *Food research international*. 2018. V. 113. P. 245-262. doi: 10.1016/j.foodres.2018.06.036
- 15 Radušienė J. et al. Effect of nitrogen on herb production, secondary metabolites and antioxidant activities of *Hypericum pruinatum* under nitrogen application // *Industrial Crops and Products*. 2019. V. 139. P. 111519. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111519
- 16 Delcanale P. et al. Photodynamic action of *Hypericum perforatum* hydrophilic extract against *Staphylococcus aureus* // *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2020. V. 19. №. 3. P. 324-331. doi: 10.1039/c9pp00428a
- 17 Mutlu B., Erci F., Çakir Koç R. Production of alginate films containing *Hypericum perforatum* extract as an antibacterial and antioxidant wound dressing material // *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2022. V. 37. №. 2. P. 134-148.
- 18 Ma H. et al. Effects of nitrogen substitute and *Hypericum perforatum* extract on the ethanol fermentation of traditional Chinese medicine dregs // *Industrial Crops and Products*. 2019. V. 128. P. 385-390.
- 19 Ion V. et al. *Hypericum* spp.—An Overview of the Extraction Methods and Analysis of Compounds // *Separations*. 2022. V. 9. №. 1. P. 17.
- 20 Jakubczyk A. et al. The influence of *hypericum perforatum* l. Addition to wheat cookies on their antioxidant, anti-metabolic syndrome, and antimicrobial properties // *Foods*. 2021. V. 10. №. 6. P. 1379.

References

- 1 Gusev N.F., Petrova G.V., Filippova A.V., Nemereshina O.N. Prospects for the use of medicinal plants in modern Russia. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2014. no. 2. pp. 167-170. (in Russian).
- 2 St. John's wort: useful properties and contraindications, use in traditional medicine. Medicinal properties of the herb St. John's wort: a remedy for 99 diseases. *Encyclopedia of Medicinal Plants*. Available at: <https://herbalpedia.ru/catalog/zverboj.html> (in Russian).
- 3 Kirillov N.A. The use of plants in the treatment of immune diseases. *Modern problems of medicine and natural sciences*. 2018. pp. 57-61. (in Russian).
- 4 Postrash I.Yu. *Hypericum perforatum*: chemical composition, properties, application. *Bulletin of the APK of the Upper Volga Region*. 2021. no. 1 (53). pp. 57-63. (in Russian).
- 5 Kovalenko N.A., Yantsevich A.V., Supichenko G.N., Leontiev V.N. Obtaining hypericin-enriched extracts of St. John's wort. *Proceedings of BSTU*. 2015. no. 4. pp. 207-210. (in Russian).
- 6 Muzykiewicz A. et al. Antioxidant activity of St. John's Wort extracts obtained with ultrasound-assisted extraction. *Pomeranian Journal of Life Sciences*. 2019. vol. 65. no. 4. pp. 89-93. doi: 10.21164/pomjlifesci.640
- 7 Arsić I. Preparation and characterization of St. John's wort herb extracts using olive, sunflower and palm oils. *Acta facultatis medicae Naissensis*. 2016. vol. 33. no. 2. pp. 119-126. doi: 10.1515/afmna-2016-0013
- 8 Dolmatova O.I., Rudometkina K.A. Technology of sour-cream butter with phytocomponents. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 225-228. doi: 10.20914/2310-1202-2018-4-225-228 (in Russian).
- 9 Pravdivtseva O.E., Kurkin V.A. Studies on the substantiation of new approaches to the standardization of raw materials and preparations of St. John's wort *Chemistry of vegetable raw materials*. 2008. no. 1. pp. 81-86. (in Russian).
- 10 Pravdivtseva O.E., Kurkin V.A. Sterols of the aerial part of St. John's wort. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2011. no. 4. pp. 333-334. (in Russian).
- 11 Zhang J. et al. Enhanced hypericin extraction from *Hypericum perforatum* L. by coupling microwave with enzyme-assisted strategy. *Industrial Crops and Products*. 2019. vol. 137. pp. 231-238. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.05.036
- 12 Aydin G. et al. The Use of Natural Preservative Propolis and *Hypericum perforatum* Oil in Herbal Cream Production. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*. 2021. vol. 2. no. 1. pp. 27-35.
- 13 Jarzębski M. et al. Characterization of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) and the impact of filtration process on bioactive extracts incorporated into carbohydrate-based hydrogels. *Food Hydrocolloids*. 2020. vol. 104. pp. 105748. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.105748
- 14 Giacometti J. et al. Extraction of bioactive compounds and essential oils from mediterranean herbs by conventional and green innovative techniques: A review. *Food research international*. 2018. vol. 113. pp. 245-262. doi: 10.1016/j.foodres.2018.06.036
- 15 Radušienė J. et al. Effect of nitrogen on herb production, secondary metabolites and antioxidant activities of *Hypericum pruinatum* under nitrogen application. *Industrial Crops and Products*. 2019. vol. 139. pp. 111519. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111519
- 16 Delcanale P. et al. Photodynamic action of *Hypericum perforatum* hydrophilic extract against *Staphylococcus aureus*. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 2020. vol. 19. no. 3. pp. 324-331. doi: 10.1039/c9pp00428a
- 17 Mutlu B., Erci F., Çakir Koç R. Production of alginate films containing *Hypericum perforatum* extract as an antibacterial and antioxidant wound dressing material. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2022. vol. 37. no. 2. pp. 134-148.
- 18 Ma H. et al. Effects of nitrogen substitute and *Hypericum perforatum* extract on the ethanol fermentation of traditional Chinese medicine dregs. *Industrial Crops and Products*. 2019. vol. 128. pp. 385-390.
- 19 Ion V. et al. *Hypericum* spp.—An Overview of the Extraction Methods and Analysis of Compounds. *Separations*. 2022. vol. 9. no. 1. pp. 17.
- 20 Jakubczyk A. et al. The influence of *hypericum perforatum* l. Addition to wheat cookies on their antioxidant, anti-metabolic syndrome, and antimicrobial properties. *Foods*. 2021. vol. 10. no. 6. pp. 1379.

Сведения об авторах

Алексей В. Дранников д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, drannikov@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3060-8688>

Александр А. Шевцов д.т.н., профессор, кафедра эксплуатации авиационной техники, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54а, г. Воронеж, 394064, Россия, shevalol@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2599-5692>

Яна П. Домбровская к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yana_dombrovskaya@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2363-7648>

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Дмитрий С. Китаев студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kitaevdm01@mail.ru

Наталья Л. Клейменова к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, klesha78@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

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.

Information about authors

Alexey V. Drannikov Dr. Sci. (Engin.), professor, machines and devices for food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, drannikov@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3060-8688>

Alexander A. Shevtsov Dr. Sci. (Engin.), professor, aviation equipment operation department, Military Training and Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», st. Old Bolsheviks, 54a, Voronezh, 394064, Russia, shevalol@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2599-5692>

Yana P. Dombrovskaya Cand. Sci. (Engin.), associate professor, machines and devices for food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yana_dombrovskaya@inbox.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2363-7648>

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Dmitrij S. Kitaev students, machines and devices for food production department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kitaevdm01@mail.ru

Natalia L. Kleymenova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and technology of aquatic bioresources department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, klesha78@list.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

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 02/03/2022	После редакции 22/03/2022	Принята в печать 22/04/2022
Received 02/03/2022	Accepted in revised 22/03/2022	Accepted 22/04/2022