

## Исследование технологических процессов извлечения экстрактивных веществ из осмо-обезвоженной ягодной продукции

Наталья А. Грибова<sup>1</sup> natali-g@bk.ru  0000-0002-8440-5325

<sup>1</sup> Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия

**Аннотация.** Процесс экстрагирования из растительного сырья является важным технологическим решением в пищевой промышленности для получения экстрактивных веществ, которые обладают минеральными веществами, органическими кислотами, фенольными веществами, пектинами, сахарами и витаминами. На процесс экстрагирования влияют основные факторы – размер растительного сырья, его продолжительность и температурные режимы. Сегментирование имеет значимое значение для экстрагирования. Правильный выбор размера позволяет лучше сохранить клеточную структуру ягод, диффузионные процессы протекают оптимально эффективно, экстрагирование замедляется, и полученная вытяжка содержит меньше механических примесей и легче очищается. Традиционным способом для экстрагирования растительного сырья являются водно-спиртовые растворы, но извлечение водорастворимых веществ происходит частично, а как известно в ягодном сырье преимущественно преобладают витамины, сахара, фенольные вещества. Наиболее доступным и экономичным средством для экстрагирования является вода. При экстрагировании водой в конечном продукте присутствуют водорастворимые вещества, и нет жирорастворимых. Экстрагирование осмо-сушеных ягод проводилось водным раствором при разных температурных режимах с диапазонами 30–40 °С, 50–60 °С и 70–80 °С. Для определения продолжительности экстрагирования осмо-сушеных ягод руководствовались выходом сухих веществ. Установлено, что наибольший выход сухих веществ из земляники (10,17%), малины (8,74%) и черной смородины (11,43%) наблюдается при температуре экстрагирования 50–60 °С и 70–80 °С с продолжительностью 8 – 12 часов. Время экстрагирования описывается полиномиальными уравнениями регрессии 2-ой степени. Выявлено, что наибольшее содержание витамина С отмечается при температуре с диапазоном 50–60 °С экстрагирования 36,7 мг/100 г экстракта, а при температуре с диапазоном 60–70 °С содержание аскорбиновой кислоты уменьшилось на 40%.

**Ключевые слова:** экстрагирование, осмотически обезвоженная, земляника садовая, малина, черная смородина, температурный режим.

## Study of technological processes of extractive substances extraction from osmo-dehydrated berry products

Natalya A. Gribova<sup>1</sup> natali-g@bk.ru  0000-0002-8440-5325

<sup>1</sup> Plekhanov Russian Economic University, Stremyanniy lane, 36, Moscow, 117997, Russia

**Abstract.** The process of extraction from vegetable raw materials is an important technological solution in the food industry for obtaining extractive substances that contain minerals, organic acids, phenolic substances, pectin's, sugars and vitamins. The extraction process is influenced by the main factors - the size of the plant material, its duration and temperature conditions. Segmentation is essential for extraction. The correct choice of size allows you to better preserve the cellular structure of the berries, the diffusion processes proceed optimally efficiently, the extraction slows down, and the resulting extract contains less mechanical impurities and is easier to clean. The traditional method for extracting vegetable raw materials is water-alcohol solutions, but the extraction of water-soluble substances occurs partially, and as is known, vitamins, sugars, and phenolic substances predominate in berry raw materials. The most accessible and economical means for extraction is water. When extracted with water, the final product contains water-soluble substances and no fat-soluble substances. Extraction of osmo-dried berries was carried out with an aqueous solution at different temperature conditions with ranges of 30–40 °C, 50–60 °C and 70–80 °C. To determine the duration of extraction of osmo-dried berries, the yield of dry matter was used. It has been established that the highest yield of dry matter from osmo-dried strawberries (10,17 %), raspberries (8,74 %) and black currants (11,43 %) is observed at an extraction temperature of 50–60 °C and 70–80 °C. With a duration of 8 – 12 hours. The extraction time is described by polynomial regression equations of the 2nd degree. It was revealed that the highest content of vitamin C is observed at a temperature in the range of 50–60 °C, extraction of 36,7 mg/100 g of extract, and at a temperature in the range of 60–70 °C, the content of ascorbic acid decreased by 40 %.

**Keywords:** extraction, osmotically dehydrated, garden strawberry, raspberry, black currant, temperature regime.

### Введение

Продукты переработки, а именно растительное сырье является ценным источником органических веществ и в медицине используется в лечебно-профилактических целях [1]. К таким продуктам переработки относятся и осмотически обезвоженные ягоды, которые обладают витаминами, минеральными и биологически активными веществами [2, 3].

В процессе длительного хранения качественные показатели продуктов переработки

плодово-ягодного сырья существенно видоизменяются, поэтому в технологии пищевых производств используют вытяжки (экстракты) [4, 5].

Процесс экстракции представляет собой избирательное извлечение отдельных компонентов из сложного по составу сырья при помощи растворителя (экстрагента), обладающего избирательной растворимостью. Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» – один из важнейших технологических процессов, нашедших широкое распространение в пищевой промышленности [1, 7, 8].

Для цитирования

Грибова Н.А. Исследование технологических процессов извлечения экстрактивных веществ из осмо-обезвоженной ягодной продукции // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 3. С. 153–157. doi:10.20914/2310-1202-2023-3-153-157

For citation

Gribova N.A. Study of technological processes of extractive substances extraction from osmo-dehydrated berry products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 3. pp. 153–157. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-3-153-157

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

Чехани Н.Р. и др. утверждают, что в последние годы в подходах к созданию новых препаратов из растительного сырья, наметились тенденции к разработке ресурсосберегающих технологий, что обеспечивается применением различных экстрагентов, схем и режимов экстракции, использованием аппаратуры, позволяющей в значительной степени увеличить выход экстрактивных и действующих веществ [9].

Содержание экстрактивных веществ является одной из важных характеристик, которая дает возможность установить качество экстракта, получаемого из растительного сырья. Известно, что процесс извлечения экстрактивных веществ зависит от ряда факторов, таких как размер сырья, продолжительность экстракции и температура [1, 10, 11].

Сегментирование имеет значимое значение для экстрагирования. Как показывают литературные исследования правильный выбор размера позволяет лучше сохранить клеточную структуру ягод, диффузионные процессы протекают оптимально эффективно, экстрагирование замедляется, и полученная вытяжка содержит меньше механических примесей и легче очищается.

Известно, что чрезмерное измельчение сырья (0,1 см) приводит к слеживанию из чего следует, что экстрагент (растворитель) через такую массу будет проходить очень плохо. Слишком мелкое измельчение фракции резко увеличивает количество разорванных клеток, что приводит к вымыванию сопутствующих веществ, загрязняющих вытяжку (белки, пектины, полимеры и др.), в экстрагент переходит большое количество взвешенных частиц [12–17]. В результате вытяжки получаются мутные, трудно-осветляемые [12, 18–21] и фильтруемые, а при более крупном измельчении (свыше 1 см) переход биологически активных веществ – антиоксидантов будет недостаточным.

Традиционным способом для экстрагирования растительного сырья являются водно-спиртовые растворы, но извлечение водорастворимых

веществ происходит частично, а как известно в ягодном сырье преимущественно преобладают витамины, сахара, фенольные вещества.

Наиболее доступным и экономичным средством для экстрагирования является вода. При экстрагировании водой в конечном продукте присутствуют водорастворимые вещества, и нет жирорастворимых. Поэтому в качестве экстрагента использовали питьевую воду соответствующая требованиям ТР ЕАЭС 044/2017.

На первом этапе производили экстрагирование осмо-сушеных ягод земляники, малины, черной смородины водным раствором при разных температурных режимах с диапазонами от 30 °С до 40 °С, от 50 °С до 60 °С и от 70 °С до 80 °С. Известно, что при высокой температуре (более 80 °С) ускоряется процесс экстрагирования, но такая температура отрицательно влияет на ценные вещества экстракта. Поэтому, основным критерием при определении оптимального времени экстрагирования является сохранение аскорбиновой кислоты.

Осмо-сушеные ягоды заливали водным раствором в соотношении 1 : 5, настаивали в течение 12 часов, периодически перемешивали. После экстрагирования отделяли жидкую фазу (настой) от ягод и определяли выход экстракта.

Для определения продолжительности экстрагирования осмо-сушеных ягод руководствовались выходом сухих веществ из переработанной продукции. Измерения проводили рефрактометрическим методом через каждые два часа. Оптимальное время экстрагирования определяли по максимальному выходу сухих веществ (рисунок 1).

Как видно из полученных данных, наибольший выход сухих веществ в процессе экстрагирования из ягод (9,74-12,45%) наблюдается при температуре 70-80 °С, продолжительность составляет в 1,3-1,6 раза меньше, чем при меньших температурных режимах.

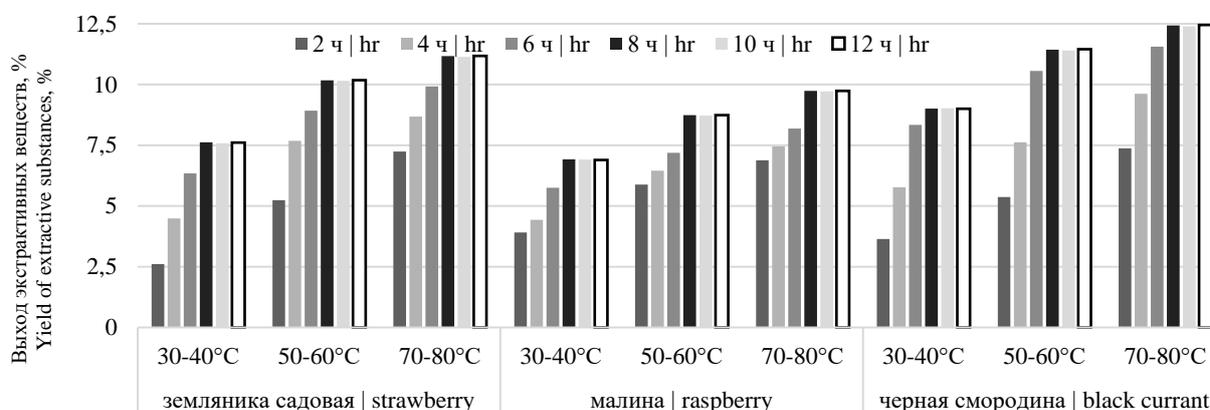


Рисунок 1. Влияние продолжительности экстрагирования ягод на выход экстрактивных веществ

Figure 1. The effect of the duration of extraction of berries on the yield of extractive substances

Время экстрагирования описывается полиномиальными уравнениями регрессии 2-ой степени:

– для земляники садовой (рисунок 2):  
при температуре 30–40 °C  $y_3 = -0,3002x^2 + 3,117x + 0,315$  ( $R^2 = 0,992$ )

при температуре 50–60 °C  $y_2 = -0,3054x^2 + 3,0915x + 2,536$  ( $R^2 = 0,99332$ )

при температуре 70–80 °C  $y_1 = -0,2161x^2 + 2,3236x + 5,056$  ( $R^2 = 0,98911$ )

– для малины (рисунок 3):

при температуре 30–40 °C  $y_3 = -0,1436x^2 + 1,6784x + 2,108$  ( $R^2 = 0,9493$ )

при температуре 50–60 °C  $y_2 = -0,1034x^2 + 1,3712x + 4,389$  ( $R^2 = 0,9318$ )

при температуре 70–80 °C  $y_1 = -0,1034x^2 + 1,3712x + 5,389$  ( $R^2 = 0,9318$ )

– для черной смородины (рисунок 4):

при температуре 30–40 °C  $y_3 = -0,375x^2 + 3,6893x + 0,24$  ( $R^2 = 0,9847$ )

при температуре 50–60 °C  $y_2 = -0,4087x^2 + 4,0795x + 1,561$  ( $R^2 = 0,9829$ )

при температуре 70–80 °C  $y_1 = -0,3373x^2 + 3,351x + 4,361$  ( $R^2 = 0,9937$ )

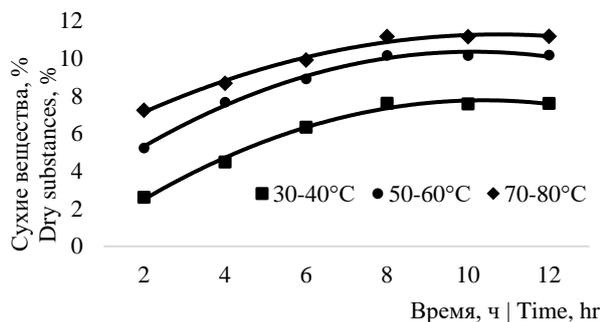


Рисунок 2. Прирост сухих веществ в землянике садовой в процессе экстрагирования, %

Figure 2. The increase in dry matter in strawberries in the process of extraction, %

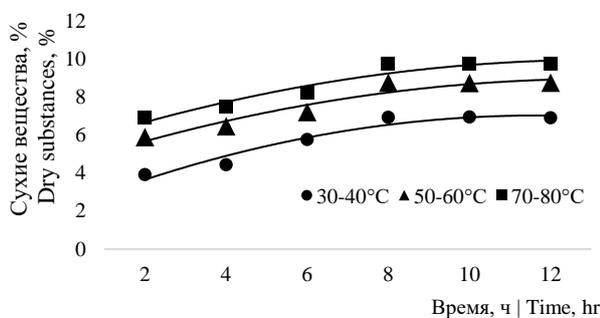


Рисунок 3. Прирост сухих веществ в малине в процессе экстрагирования, %

Figure 3. The increase in solids in raspberries during the extraction process, %

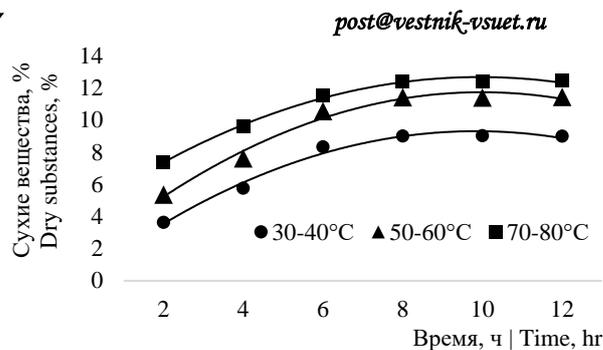


Рисунок 4. Прирост сухих веществ в черной смородине в процессе экстрагирования, %

Figure 4. The increase in solids in blackcurrant during the extraction process, %

На рисунке 5 представлены данные по изменению содержанию витамина С в зависимости от температуры экстрагирования.

Исследования показали, что экстрагирование при температуре 50–60 °C отмечается наибольшее содержание витамина С от 25,9 до 90,2 мг/100 г экстракта. При температуре от 60 до 70 °C содержание аскорбиновой кислоты уменьшилось на 26,1 и 47,5%. Это можно объяснить тем, что при высокой температуре происходят значительные потери аскорбиновой кислоты и использовать данный параметр температурного режима не рекомендуется, несмотря на выявленный значительный выход сухих веществ при экстрагировании.

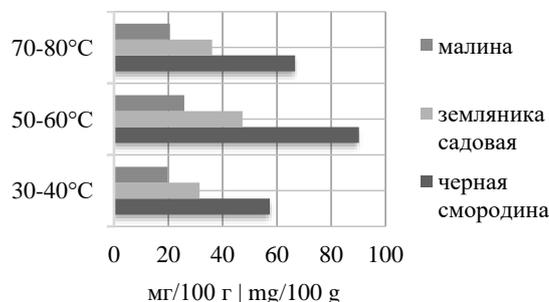


Рисунок 5. Содержание витамина С в зависимости от температурного режима экстрагирования осмодушенных ягод

Figure 5. Vitamin C content depending on the temperature regime of extraction of osmo-dried berries

### Закключение

Установлено, что оптимальное время экстрагирования по выходу сухих веществ (от 20,82 до 25,07%) осмодушенных ягод при температуре от 50 до 60 °C и высокое сохранение витамина С до 20,8 и 36,4% составило 8 часов. Полученный температурный режим для процесса экстрагирования явился наиболее щадящим, способствует сохранению термостабильных соединений, которые подвержены быстрому разрушению при более высоких температурах.

## Литература

- 1 Mironova E., Romanenko E., Sycheva O., Selivanova M. et al. Optimal parameters and modes of extraction of biologically active substances from natural fruit and berry raw materials // E3S Web of Conferences. 2020. V. 203. № 3. P. 04009. doi: 10.1051/e3sconf/202020304009
- 2 Грибова Н.А., Беркетова Л.В. Осмотическая дегидратация ягод: изучение параметров массопереноса // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 30–37. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-30-37
- 3 Gribova N.A., Eliseeva L.G., Berketova L.V., Evdokimova O.V. et al. Formation and development of consumer properties of berry products with added nutrition value // International Journal of Advanced Science and Technology this link is disabled. 2020. V. 29. № 3. P. 3782–3791.
- 4 Бакин И.А., Мустафина А.С., Алексенко Л.А., Лунин П.Н. Исследование технологических процессов получения экстрактов ягод черной смородины // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12. С. 227–230.
- 5 Rybicka I., Kiewlicz J., Kowalczewski P.Ł. et al. Selected dried fruits as a source of nutrients // European Food Research and Technology. 2021. V. 247. P. 2409–2419. doi: 10.1007/s00217-021-03802-1
- 6 Халитова Э.Ш., Манеева Э.Ш., Быков А.В., Крахмалева Т.М., Берестова А.В. Исследование процесса извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). Оренбург, 2015. С. 1021–1025.
- 7 Rodino S., Butu M., Herbal Extracts – New Trends in Functional and Medicinal Beverages // Functional and Medicinal Beverages. 2019. V. 11. P. 73–108. doi: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0
- 8 Mantzourania I., Terpoub A., Bekatoroub A., Mallouchos A. et al. Functional pomegranate beverage production by fermentation with a novel synbiotic *L. paracasei* biocatalyst // Food Chemistry. 2020. V. 308. P. 125658. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125658
- 9 Чехани Н.Р., Павлова Л.А., Павлов В.М. Разработка технологии получения сухого экстракта из сбора растительного сырья методом водной экстракции // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 1–9.
- 10 Ооржак У.С., Ушанова В.М., Репах С.М. Исследование влияния технологических факторов на процесс извлечения экстрактивных веществ из лиственной губки // Химия растительного сырья. 2003. № 1. С. 69–72.
- 11 Kharshiing E.V. Aqueous Extracts of Dried Fruits of *Zanthoxylum armatum* DC., (Rutaceae) Induce Cellular and Nuclear Damage Coupled with Inhibition of Mitotic Activity *in Vivo* // AJPS. 2012. V. 3(11). P. 1646–1653.
- 12 Кравченко С.Н. Совершенствование технологических потоков производства быстрорастворимых гранулированных напитков // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 43. № 4. С. 123–128.
- 13 Милевская В.В., Бутыльская Т.С., Темердашев З.А., Статкус М.А. и др. Кинетика извлечения биологически активных веществ из лекарственного растительного сырья различными способами экстракции // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2017. Т. 58(6). С. 281–289.
- 14 Судакова Н.В., Кокоева В.С., Оботурова Н.П. Использование ультразвука при получении экстрактов и настоев из растительного сырья // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 2. С. 11. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2013/02/21843>
- 15 Федотова О.С., Копысова Т.С. Разработка технологии извлечения экстрактивных веществ из растительного сырья с применением электротехнологий // Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: [href=https://scienceforum.ru/2014/article/2014005457](https://scienceforum.ru/2014/article/2014005457)
- 16 Саламатин А.А., Хазиев Р.Ш., Макарова А.С., Иванова С.А. Кинетика экстракции биологически активных веществ из растительного сырья кипящим растворителем теоретические основы химической технологии // Теоретические основы химической технологии. 2015. Т. 49(2). С. 206–213.
- 17 Bucic-Kojic A., Sovova H., Planinic M., Tomas S. Tem – perature-dependent kinetics of grape seed phenolic compounds extraction: Experiment and model // Food Chem. 2013. V. 136. № 3–4. P. 1136–1140.
- 18 Жамсаранова С.Д., Замбулаева Н.Д. Анализ и оптимизация технологического процесса извлечения фенольных соединений из выжимок ягод дикоросов // Вестник ВСГУТУ. 2015. № 4. С. 61–66.
- 19 Овсянникова Е.А., Киселева Т.Ф., Потапов А.Н., Дюжев А.В. Исследование процесса экстрагирования дикорастущих ягод Сибири с использованием биокаталитических методов // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4(27). С. 110–114.
- 20 Оробинская В.Н., Коновалов Д.А. Ресурсосберегающая технология экстрагирования биологически ценных веществ из плодово-ягодного сырья // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2013. Т. 3. С. 1811–1815.
- 21 Шариков А.Ю., Степанов В.И., Иванов В.В., Поливановская Д.В. и др. Экструдирование смесей пшеницы и выжимок моркови повышенной влажности в технологии продуктов, готовых к употреблению // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 43–49. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-43-49

## References

- 1 Mironova E., Romanenko E., Sycheva O., Selivanova M. et al. Optimal parameters and modes of extraction of biologically active substances from natural fruit and berry raw materials. E3S Web of Conferences. 2020. vol. 203. no. 3. pp. 04009. doi: 10.1051/e3sconf/202020304009
- 2 Gribova N.A., Berketova L.V. Osmotic dehydration of berries: study of mass transfer parameters. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 30–37. doi: 10.20914/2310-1202-2018-2-30-37 (in Russian).
- 3 Gribova N.A., Eliseeva L.G., Berketova L.V., Evdokimova O.V. et al. Formation and development of consumer properties of berry products with added nutrition value. International Journal of Advanced Science and Technology this link is disabled. 2020. vol. 29. no. 3. pp. 3782–3791.

- 4 Bakin I.A., Mustafina A.S., Aleksenko L.A., Lunin P.N. Study of technological processes for obtaining extracts of black currant berries. *Bulletin of KrasGAU*. 2014. no. 12. pp. 227–230. (in Russian).
- 5 Rybicka I., Kiewlicz J., Kowalczewski P.L. et al. Selected dried fruits as a source of nutrients. *European Food Research and Technology*. 2021. vol. 247. pp. 2409–2419. doi: 10.1007/s00217-021-03802-1
- 6 Khalitova E.Sh., Maneeva E.Sh., Bykov A.V., Krakhmaleva T.M., Berestova A.V. Study of the process of extracting extractive substances from plant materials. University complex as a regional center of education, science and culture: materials of the All-Russian scientific and methodological conference (with international participation). Orenburg, 2015. pp. 1021–1025. (in Russian).
- 7 Rodino S., Butu M., Herbal Extracts – New Trends in Functional and Medicinal Beverages. *Functional and Medicinal Beverages*. 2019. vol. 11. pp. 73–108. doi: 10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0
- 8 Mantzourania I., Terpoub A., Bekatoroub A., Mallouchosc A. et al. Functional pomegranate beverage production by fermentation with a novel synbiotic *L. paracasei* biocatalyst. *Food Chemistry*. 2020. vol. 308. pp. 125658. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125658
- 9 Chekhani N.R., Pavlova L.A., Pavlov V.M. Development of technology for obtaining a dry extract from the collection of plant raw materials using the method of water extraction. *Modern problems of science and education*. 2014. no. 5. pp. 1–9. (in Russian).
- 10 Oorzhak U.S., Ushanova V.M., Repyakh S.M. Study of the influence of technological factors on the process of extracting extractive substances from deciduous sponge. *Chemistry of plant raw materials*. 2003. no. 1. pp. 69–72. (in Russian).
- 11 Kharshing E.V. Aqueous Extracts of Dried Fruits of *Zanthoxylum armatum* DC., (Rutaceae) Induce Cellular and Nuclear Damage Coupled with Inhibition of Mitotic Activity in Vivo. *AJPS*. 2012. vol. 3(11). pp. 1646–1653.
- 12 Kravchenko S.N. Improving technological flows for the production of instant granulated drinks. *Equipment and technology of food production*. 2016. vol. 43. no. 4. pp. 123–128. (in Russian).
- 13 Milevskaya V.V., Butylskaya T.S., Temerdashev Z.A., Statkus M.A. and others. Kinetics of extraction of biologically active substances from medicinal plant raw materials by various extraction methods. *Bulletin of Moscow University. Series 2. Chemistry*. 2017. vol. 58(6). pp. 281–289. (in Russian).
- 14 Sudakova N.V., Kokoeva V.S., Oboturova N.P. The use of ultrasound in obtaining extracts and infusions from plant materials. *Modern scientific research and innovation*. 2013. no. 2. pp. 11. Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2013/02/21843> (in Russian).
- 15 Fedotova O.S., Kopysova T.S. Development of technology for extracting extractive substances from plant raw materials using electrotechnologies. Materials of the VI International Student Scientific Conference “Student Scientific Forum”. Available at: [href=https://scienceforum.ru/2014/article/2014005457](https://scienceforum.ru/2014/article/2014005457) (in Russian).
- 16 Salamatin A.A., Khaziev R.Sh., Makarova A.S., Ivanova S.A. Kinetics of extraction of biologically active substances from plant raw materials with a boiling solvent. *Theoretical foundations of chemical technology. Theoretical foundations of chemical technology*. 2015. vol. 49(2). pp. 206–213. (in Russian).
- 17 Bucic-Kojic A., Sovova H., Planinic M., Tomas S. Temperature dependent kinetics of grape seed phenolic compounds extraction: Experiment and model. *Food Chem*. 2013. vol. 136. no. 3–4. pp. 1136–1140.
- 18 Zhamsaranova S.D., Zambulaeva N.D. Analysis and optimization of the technological process for extracting phenolic compounds from wild plant berry marc. *Vestnik VSGUTU*. 2015. no. 4. pp. 61–66. (in Russian).
- 19 Ovsvyannikova E.A., Kiseleva T.F., Potapov A.N., Dyuzhev A.V. Study of the process of extraction of wild berries of Siberia using biocatalytic methods. *Equipment and technology of food production*. 2012. no. 4(27). pp. 110–114. (in Russian).
- 20 Orobinskaya V.N., Konovalov D.A. Resource-saving technology for extracting biologically valuable substances from fruit and berry raw materials. *Scientific and methodological electronic journal “Concept”*. 2013. vol. 3. pp. 1811–1815. (in Russian).
- 21 Sharikov A.Yu., Stepanov V.I., Ivanov V.V., Polivanovskaya D.V. and others. Extrusion of mixtures of wheat and carrot pomace of high humidity in the technology of ready-to-eat products. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 43–49. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-43-49 (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Наталья А. Грибова** к.т.н., доцент, кафедра пищевых технологий и биоинженерии, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Стремянный переулок, 36, г. Москва, 117997, Россия, natali-g@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8440-5325>

#### Вклад авторов

**Наталья А. Грибова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Natalya A. Gribova** Cand. Sci. (Engin.), food technology and engineering department, Plekhanov Russian Economic University, Stremyanniy lane, 36, Moscow, 117997, Russia, natali-g@bk.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-8440-5325>

#### Contribution

**Natalya A. Gribova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 10/07/2023	После редакции 03/08/2023	Принята в печать 01/09/2023
Received 10/07/2023	Accepted in revised 03/08/2023	Accepted 01/09/2023