


Исследование влияния дозы внесения ферментных препаратов на выход полифенольных веществ и антоцианов в плодово-ягодных и овощных соках



Артур Р. Хасанов¹kingartur-12@mail.ru 0000-0001-6187-1035Надежда В. Баракова¹n.barakova@mail.ru 0000-0001-7296-8609

¹ Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия

Аннотация. Увеличение выхода сока и биологически активных компонентов из растительного сырья является актуальной задачей в производстве функциональных напитков. Для этого плодово-ягодную и овощную мякоть обрабатывали ферментными препаратами пектолитического действия и определяли выход сока. Образцы мякоти каждого сырья обрабатывались ферментными препаратами: Фруктоцим П6-Л, Фруктоцим П, Фруктоцим МА, в количестве 0,03% от массы мякоти. Ферментативный гидролиз проводили при 50 °С, в течение двух часов, после чего сравнивали количество полученного сока с контрольным образцом. В результате при внесении в мякоть яблок и моркови Фруктоцима МА увеличивается выход сока на 8 и 17% соответственно. При внесении Фруктоцим П6-Л в мякоть киви, черники, винограда увеличивает выход сока на 6%, 12 и на 10% соответственно. Для определения влияния ферментных препаратов на выход биологически активных компонентов во все образцы вносили выбранные ранее ферментные препараты в количестве 0,01; 0,03; 0,05; 0,07% от массы мякоти и методом колориметрии определяли суммарное содержание полифенолов и антоцианов. В результате эксперимента установлено, что по показателю количества полифенольных веществ, извлеченных из мякоти плодово-ягодное сырье можно разделить на три группы: сырье с рыхлой мякотью, с мякотью средней плотности и сырье с плотной мякотью. В результате для каждого вида сырья подобраны индивидуальные ферментные препараты, и оптимальные режимы внесения. Установлена зависимость содержания полифенольных соединений от дозировки внесения ферментных препаратов.

Ключевые слова: плодово-ягодные соки, овощные соки, ферментные препараты, пектин, выход сока, полифенольные соединения, антоцианы

Study of the effect of the dose of enzyme preparations on the yield of polyphenolic substances and anthocyanins in fruit, berry and vegetable juices

Arthur R. Khasanov¹kingartur-12@mail.ru 0000-0001-6187-1035Nadezhda V. Barakova¹n.barakova@mail.ru 0000-0001-7296-8609

¹ Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics 197101, Russia, St. Petersburg, Lomonosova ave. 9

Abstract. Increasing the yield of juice and biologically active components from plant raw materials is an urgent task in the production of functional beverages. For this, fruit, berry and vegetable pulp was treated with enzymatic preparations of pectolytic action and the yield of juice was determined. Samples of pulp of each raw material were treated with enzyme preparations: Fructocyme P6-L, Fructocyme P, Fructocyme MA, in an amount of 0.03% of the pulp mass. Enzymatic hydrolysis was carried out at 50 °C for two hours, after which the amount of obtained juice was compared with the control sample. As a result, when adding Fructocyme MA to the pulp of apples and carrots, the juice yield increases by 8% and 17%, respectively. When Fructocyme P6-L is added to the pulp of kiwi, blueberries, grapes, the juice yield increases by 6%, 12 and 10%, respectively. To determine the effect of enzyme preparations on the yield of biologically active components, the previously selected enzyme preparations were added to all samples in an amount of 0.01; 0.03; 0.05; 0.07% of the pulp mass, and the total content of polyphenols was determined by colorimetry and anthocyanins. As a result of the experiment, it was found that in terms of the amount of polyphenolic substances extracted from the pulp, fruit and berry raw materials can be divided into three groups: raw materials with loose pulp, with pulp of medium density and raw materials with dense pulp. As a result, individual enzyme preparations and optimal modes of application were selected for each type of raw material. The dependence of the content of polyphenolic compounds on the dosage of the addition of enzyme preparations has been established.

Keywords: fruit and berry juices, vegetable juices, enzyme preparations, pectin, juice yield, polyphenolic compounds, anthocyanins

Введение

В технологии производства безалкогольных функциональных напитков на основе растительно сырья, а именно плодово-ягодных и овощных соков, важным является показатель выход сока и функциональных компонентов. Эти показатели определяют коммерческую привлекательность готового продукта. Для повышения выхода сока и концентрации функциональных

компонентов используют ферментные препараты для обработки растительной мякоти, благодаря способности расщеплять межклеточные структуры сырья, состоящие из некрахмалистых полисахаридов и белков [1–3, 5].

Для исследования влияния ферментных препаратов на выход сока и активных компонентов использовали растительно сырьё, которое входит в рецептуру ранее разработанного

Для цитирования

Хасанов А.Р., Баракова Н.В. Исследование влияния дозы внесения ферментных препаратов на выход полифенольных веществ и антоцианов в плодово-ягодных и овощных соках // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 61–66. doi:10.20914/2310-1202-2021-2-61-66

For citation

Khasanov A.R., Barakova N.V. Study of the effect of the dose of enzyme preparations on the yield of polyphenolic substances and anthocyanins in fruit, berry and vegetable juices. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 2. pp. 61–66. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-2-61-66

функционального напитка адаптогенного действия: красный виноград, морковь, яблоки, киви, черника [4, 6, 7].

Пектин формирует основную долю клеточной стенки растительных тканей и препятствует соединению мелких частиц мякоти в более крупные агрегаты, сравнительно легко оседающие, что препятствует осветлению соков.

Для высвобождения сока и активных компонентов, которые важны для функционального напитка адаптогенного действия, важным является расщепление пектиновых веществ клеточных стенок. Именно ферментные препараты пектолитического действия обладают этой способностью [8, 9–12]. Они содержат пектинэстеразы, полигалактуроназы, протопектиназы и трансэлиминазы, которые расщепляют растворимый пектин и его предшественник нерастворимый протопектин.

Материалы и методы

В эксперименте использовали следующее плодово-ягодное и овощное сырье: красный виноград, морковь, яблоки, киви, черника. Характеристики представлены в таблице 1.

На основании литературных данных и химическом составе исследуемого сырья [6, 7], а также ферментов, которые входят в состав ферментных препаратов, для ферментативной обработки мякоти выбраны ферментные препараты комплексного действия с преобладающей пектиновой активностью, производимые фирмой «ERBSLÖH» (Германия). Характеристики ферментных препаратов приведены в таблице 2 [5, 14, 15].

Таблица 1.

Характеристика растительного сырья

Table 1.

Characteristics of plant raw materials

Сырьё Raw materials	Сорт / страна происхождения Variety / country of origin
Красный виноград Red grapes	Саперави/ Россия Saperavi / Russia
Морковь Carrot	Нантская/ Россия Nantes / Russia
Киви Kiwi	Хейворд/ Италия Hayward / Italy
Черника Blueberry	Садовая/ Россия, Северо-западный регион Sadovaya / Russia, North-West region
Яблоки Apples	Антоновка/ Россия, Северо-западный регион Antonovka / Russia, Northwest Region

Таблица 2.

Характеристика ферментных препаратов

Table 2.

Characterization of enzyme preparations

Препарат enzyme preparation	Основной фермент Main enzyme	Действие Action	Диапазон температур, °C Temperature range, °C	Оптимальная температура, °C Optimum temperature, °C	Продуцент Producer
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	пектиназа (пектинэстераза, пектинлиаза, эндо-полигалактуроназа, экзо-β-глюконаза) pectinase (pectinesterase, pectin lyase, endo-polygalacturonase, exo-β gluconase)	гидролиз пектиновых веществ, деградация растворённого арабана	20–55	45–55	Aspergillus niger
Фруктоцим П Fructocyme P			20–55	45–55	
Фруктоцим МА Fructocyme MA		hydrolysis of pectin substances, degradation of dissolved araban	40–50	40–50	

Для определения суммарных полифенольных соединений в соках использовали метод Фолина-Чокальтеу в соответствии с нормативным документом Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. Р 4.1.1672–03 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 30.06.2003) [16, 17-19].

Для определения антоцианов в соках использовали метод фотоэлектроколориметрии, который заключается в стабилизации антоцианов соков подкисленным до pH 1–2 этиловым

спиртом, после чего определяют оптическую плотность. Значение умножают на коэффициент перевода на мальвидин ($K=1056,7$)

Результаты и обсуждение

Во все образцы мякоти, за исключением контрольных, вносились ферментные препараты Фруктоцим П6-Л, Фруктоцим П, Фруктоцим МА, в количестве 0,03% от массы мякоти. Температурный режим – 50°С, время 2 часа. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Влияние ферментных препаратов на выход соков

Table 3.

The effect of enzyme preparations on the yield of juices

Ферментный препарат Enzyme preparation	Выход сока, % Juice yield, %	Содержание сухих веществ в соке, % Brix, %
Сок из яблок Apple juice		
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	79	11,3
Фруктоцим П Fructocyme P	82	11,0
Фруктоцим МА Fructocyme МА	84	10,6
Контроль Control sample	76	13,3
Сок из киви Kiwi juice		
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	73	13,3
Фруктоцим П Fructocyme P	68	13,7
Фруктоцим МА Fructocyme МА	55	14,2
Контроль Control sample	67	15,6
Сок из черники Blueberry juice		
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	87	8,2
Фруктоцим П Fructocyme P	82	8,8
Фруктоцим МА Fructocyme МА	80	8,9
Контроль Control sample	75	9,6
Сок из моркови Carrot juice		
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	76	10,4
Фруктоцим П Fructocyme P	78	10,0
Фруктоцим МА Fructocyme МА	84	9,6
Контроль Control sample	67	11,7
Сок из красного винограда Red grape juice		
Фруктоцим П6-Л Fructocyme P6 L	92	13,1
Фруктоцим П Fructocyme P	87	13,6
Фруктоцим МА Fructocyme МА	88	13,9
Контроль Control sample	82	14,3

В результате установлено, что ферментный препарат Фруктоцим МА является оптимальным для увеличения выхода сока из яблок и моркови, а Фруктоцим п6-л для киви, черники и винограда. При внесении в мезгу яблок и моркови Фруктоцима МА увеличивается выход сока на 8% и 17% соответственно. При внесении Фруктоцим П6-Л в мезгу киви, черники, винограда увеличивает выход сока на 6%, 12 и на 10% соответственно.

Для определения влияния ферментных препаратов на выход биологически активных компонентов, таких как антоцианы и полифенольные соединения во все образцы, за исключением контрольных, вносили выбранные ранее ферментные препараты в количестве 0,01; 0,03; 0,05 и 0,07% от массы мезги. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Влияние ферментных препаратов на выход биологически активных компонентов

Table 4.

The effect of enzyme preparations on the yield of biologically active components

Количество вносимого ферментного препарата, % The amount of the applied enzyme preparation, %	Выход сока, % Juice yield, %	Массовая концентрация экстракта в соке, % Mass concentration of extract in juice, %	Массовая концентрация полифенольных веществ, мг/дм ³ Mass concentration of polyphenolic substances, mg / l	Массовая концентрация антоцианов, мг/дм ³ Mass concentration of anthocyanins, mg / l
1	2	3	4	5
Сок из яблок, Фруктоцим МА Apple juice, Fructocyme МА				
0,01	75	11,9	9,98/0,0735	0
0,03	84	11,4	7,14/0,599	0
0,05	88	11,0	8,06/0,709	0
0,07	87,5	11,2	10,86/0,950	0
Контроль Control sample	76	13,0	10,82/0,822	0

Продолжение таблицы 4 | Continuation of table 4

1	2	3	4	5
Сок из киви, Фруктоцим П6-Л Kiwi juice, Fructotsim P6 L				
0,01	70,5	14,3	19,32/1,362	0
0,03	73,1	14,1	20,64/1,508	0
0,05	77	14,0	22,67/1,745	0
0,07	78,1	14,3	20,28/1,583	0
Контроль Control sample	67	14,8	18,99/1,27	0
Сок из черники, Фруктоцим П6-Л Blueberry juice, Fructotsim P6 L				
0,01	83	8,8	52,21/4,33	265,54/22,04
0,03	87	8,7	43,62/3,79	272,63/23,72
0,05	96	8,5	43,25/4,15	305,39/29,32
0,07	96	8,5	32,41/3,11	286,37/27,49
Контроль Control sample	82	9,6	55,39/4,54	265,23/2,74
Сок из моркови, Фруктоцим МА Carrot juice, Fructocyme MA				
0,01	78	10,6	7,17/0,559	0
0,03	84	10,4	8,47/0,711	0
0,05	88	10,7	8,28/0,728	0
0,07	89	10,7	4,42/0,393	0
Контроль Control sample	67	11,7	6,67/0,446	0
Сок из красного винограда, Фруктоцим П6-Л Red grape juice, Fructotsim P6 L				
0,01	81	12,8	22,78/1,845	169,95/13,76
0,03	92	12,2	23,21/2,135	168,02/15,456
0,05	96	12,0	23,65/2,27	163,79/15,72
0,07	97	12,1	26,30/2,55	165,90/16,09
Контроль Control sample	82	13,3	22,03/1,8	170,13/13,9

В результате эксперимента установлено, что по показателю количества полифенольных веществ, извлеченных из мезги плодово-ягодное сырье можно разделить [18,20]:

— Сырье срыхлой мякотью, которое выделяет большое количество сока и, соответственно, полифенольных веществ (черника). Мезга черники легко поддается действию Фруктоцима пб-л, высвобождая клеточную жидкость, но увеличение дозы ферментного препарата гидролизует пектиновые вещества, и в результате объем сока и количество полифенолов уменьшаются. Рациональная дозировка Фруктоцима пб-л для черники – 0,01%.

— Сырье с мякотью средней плотности, которое выделяет много сока, но сравнительно меньшее количество полифенольных веществ (виноград) [21]. Увеличение дозы Фруктоцима П6-Л для винограда приводит к росту объема выделенного сока и количества полифенольных

соединений. Рекомендованная для извлечения сока и биологически активных веществ из красного винограда – 0,07%.

— Сырье с плотной мякотью, содержащей достаточное количество сока, однако бедного полифенольными веществами (киви, морковь, яблоко). Для моркови и яблока, сокоотделение которых больше стимулируется действием Фруктоцима МА, рекомендованная дозировка 0,03% массы мезги. Сок яблок, а также киви, лучше всего извлекается из мезги, обработанной ферментным препаратом в количестве 0,07% ее массы.

Заключение

Установлено, что количество экстрагируемых биологически активных веществ – полифенольных соединений и антоцианов – зачастую не прямо пропорционально дозировке ферментного препарата.

Литература

- 1 Vitolo M. Enzymes in the production of juices and beverages // World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2020. V. 9. P. 504–517. doi: 10.20959/wjpps20203-15735
- 2 Guasch-Ferré M., Hu F. B. Are fruit juices just as unhealthy as sugar-sweetened beverages? // JAMA network open. 2019. V. 2. №. 5. P. e193109-e193109. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.3109
- 3 Yip C.S.C., Chan W., Fielding R. The associations of fruit and vegetable intakes with burden of diseases: a systematic review of meta-analyses // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2019. V. 119. №. 3. P. 464-481. doi: 10.1016/j.jand.2018.11.007
- 4 Gomes A. et al. Berry-enriched diet in salt-sensitive hypertensive rats: metabolic fate of (poly) phenols and the role of gut microbiota // Nutrients. 2019. V. 11. №. 11. P. 2634. doi: 10.3390/nu11112634
- 5 Patidar M.K. et al. Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review // 3 Biotech. 2018. V. 8. №. 4. P. 1-24. doi: 10.1007/s13205-018-1220-4

- 6 García C.Á. Application of enzymes for fruit juice processing // Fruit Juices. Academic Press, 2018. P. 201-216. doi: 10.1016/B978-0-12-802230-6.00011-4
- 7 Luzón-Quintana L.M., Castro R., Durán-Guerrero E. Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production // Foods. 2021. V. 10. №. 5. P. 945. doi: 10.3390/foods10050945
- 8 Mieszczakowska-Frać M., Celejewska K., Plochanski W. Impact of Innovative Technologies on the Content of Vitamin C and Its Bioavailability from Processed Fruit and Vegetable Products // Antioxidants. 2021. V. 10. №. 1. P. 54. doi: 10.3390/antiox10010054
- 9 Lafarga T. et al. Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2018. V. 47. P. 412-420. doi: 10.1016/j.ifset.2018.04.008
- 10 Nemzer B. et al. Phytochemical and physical properties of blueberries, tart cherries, strawberries, and cranberries as affected by different drying methods // Food Chemistry. 2018. V. 262. P. 242-250. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.047
- 11 Sakooei-Vayghan R. et al. Effects of osmotic dehydration (with and without sonication) and pectin-based coating pretreatments on functional properties and color of hot-air dried apricot cubes // Food chemistry. 2020. V. 311. P. 125978. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125978
- 12 Mesa J. et al. High Homogenization Pressures to Improve Food Quality, Functionality and Sustainability // Molecules. 2020. V. 25. №. 14. P. 3305. doi: 10.3390/molecules25143305
- 13 Benjamin O., Gamrasni D. Microbial, nutritional, and organoleptic quality of pomegranate juice following high-pressure homogenization and low- temperature pasteurization // Journal of food science. 2020. V. 85. №. 3. P. 592-599. doi: 10.1111/1750-3841.15032
- 14 Perreault V. et al. Effect of Pectinolytic Enzyme Pretreatment on the Clarification of Cranberry Juice by Ultrafiltration // Membranes. 2021. V. 11. №. 1. P. 55. doi: 10.3390/membranes11010055
- 15 Качурина И.И., Лакисова Т.Ю., Матвеева Н.А. Концентрирование соков вымораживанием. Влияние ферментных препаратов на температуру замерзания соков. 2013 // Отраслевой научно-практический журнал Индустрия Напитков. № 5(94). С. 14–20.
- 16 Матвеева Н.А., Хасанов А.Р., Торопова А.В., Божко К.А. и др. Разработка рецептуры функционального напитка с использованием растительного экстракта *Hoodia gordonii* // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019. № 1(39). С. 37–46.
- 17 Крикунова Л.Н., Дубинина Е.В. Способы снижения содержания метанола в дистиллятах из растительного сырья // Ползуновский Вестник. 2018. № 3. С. 19–24.
- 18 Матвеева Н.А., Лакисова Т.Ю. Концентрирование сливового сока методом вымораживания // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. № 2(20). С. 123–134.
- 19 Овчаренко А.С., Расулова Е.А., Иванова О.В., Величко Н.А. Купажированные плодовоовощные соки на основе мелкоплодных яблок, тыквы, рябины и меда // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 111–115. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-111-115
- 20 Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. Москва: ДеЛи принт, 2002. 336 с.
- 21 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Гетманова А.А. Коллагенсодержащие напитки для функционального питания // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 97–103. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-97-103
- 22 Boddula R. et al. Self-standing Substrates: Materials and Applications. Springer Nature, 2019.


References

- 1 Vitolo M. Enzymes in the production of juices and beverages. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2020. vol. 9. pp. 504–517. doi: 10.20959/wjpps20203-15735
- 2 Guasch-Ferré M., Hu F. B. Are fruit juices just as unhealthy as sugar-sweetened beverages? JAMA network open. 2019. vol. 2. no. 5. pp. e193109-e193109. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.3109
- 3 Yip C.S.C., Chan W., Fielding R. The associations of fruit and vegetable intakes with burden of diseases: a systematic review of meta-analyses. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 2019. vol. 119. no. 3. pp. 464-481. doi: 10.1016/j.jand.2018.11.007
- 4 Gomes A. et al. Berry-enriched diet in salt-sensitive hypertensive rats: metabolic fate of (poly) phenols and the role of gut microbiota. Nutrients. 2019. vol. 11. no. 11. pp. 2634. doi: 10.3390/nu11112634
- 5 Patidar M.K. et al. Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review. 3 Biotech. 2018. vol. 8. no. 4. pp. 1-24. doi: 10.1007/s13205-018-1220-4
- 6 García C.Á. Application of enzymes for fruit juice processing. Fruit Juices. Academic Press, 2018. pp. 201-216. doi: 10.1016/B978-0-12-802230-6.00011-4
- 7 Luzón-Quintana L.M., Castro R., Durán-Guerrero E. Biotechnological Processes in Fruit Vinegar Production. Foods. 2021. vol. 10. no. 5. pp. 945. doi: 10.3390/foods10050945
- 8 Mieszczakowska-Frać M., Celejewska K., Plochanski W. Impact of Innovative Technologies on the Content of Vitamin C and Its Bioavailability from Processed Fruit and Vegetable Products. Antioxidants. 2021. vol. 10. no. 1. pp. 54. doi: 10.3390/antiox10010054
- 9 Lafarga T. et al. Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2018. vol. 47. pp. 412-420. doi: 10.1016/j.ifset.2018.04.008
- 10 Nemzer B. et al. Phytochemical and physical properties of blueberries, tart cherries, strawberries, and cranberries as affected by different drying methods. Food Chemistry. 2018. vol. 262. pp. 242-250. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.047
- 11 Sakooei-Vayghan R. et al. Effects of osmotic dehydration (with and without sonication) and pectin-based coating pretreatments on functional properties and color of hot-air dried apricot cubes. Food chemistry. 2020. vol. 311. pp. 125978. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125978


- 12 Mesa J. et al. High Homogenization Pressures to Improve Food Quality, Functionality and Sustainability. *Molecules*. 2020. vol. 25. no. 14. pp. 3305. doi: 10.3390/molecules25143305
- 13 Benjamin O., Gamrasni D. Microbial, nutritional, and organoleptic quality of pomegranate juice following high-pressure homogenization and low- temperature pasteurization. *Journal of food science*. 2020. vol. 85. no. 3. pp. 592–599. doi: 10.1111/1750-3841.15032
- 14 Perreault V. et al. Effect of Pectinolytic Enzyme Pretreatment on the Clarification of Cranberry Juice by Ultrafiltration. *Membranes*. 2021. vol. 11. no. 1. pp. 55. doi: 10.3390/membranes11010055
- 15 Kachurina I.I., Lakisova T.Yu., Matveeva N.A. Concentration of juices by freezing. The influence of enzyme preparations on the freezing point of juices. 2013. Sectoral scientific and practical journal *Industry of Drinks*. no. 5 (94). pp. 14–20. (in Russian).
- 16 Matveeva N.A., Khasanov A.R., Toropova A.V., Bozhko K.A. et al. Development of a functional drink formulation using a plant extract of *Hoodia gordonii*. *Scientific journal of NRU ITMO. Series: Processes and apparatus for food production*. 2019. no. 1 (39). pp. 37–46. (in Russian).
- 17 Krikunova L.N., Dubinina E.V. Methods for reducing the content of methanol in distillates from vegetable raw materials. *Polzunovskiy Vestnik*. 2018. no. 3. pp. 19–24. (in Russian).
- 18 Matveeva N.A., Lakisova T.Yu. Concentration of plum juice by freezing method. *Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and apparatus for food production*. 2014. no. 2 (20). pp. 123–134. (in Russian).
- 19 Ovcharenko A.S., Rasulova E.A., Ivanova O.V., Velichko N.A. Blended fruit and vegetable juices based on small-fruited apples, pumpkin, mountain ash and honey. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 111–115. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-111-115 (in Russian).
- 20 Kislukhina O.V. *Enzymes in food and feed production*. Moscow, DeLi print, 2002. 336 p. (in Russian).
- 21 Antipova L.V., Storblyetsev S.A., Getmanova A.A. Collagen-containing drinks for functional nutrition. *Proceedings of VSUET*. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 97–103. doi: 10.20914/2310-1202-2018-3-97-103 (in Russian).
- 22 Boddula R. et al. *Self-standing Substrates: Materials and Applications*. Springer Nature, 2019.

Сведения об авторах

Артур Р. Хасанов аспирант, факультета биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия, kingartur-12@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-6187-1035>

Надежда В. Баракова к.т.н., доцент, факультета биотехнологий, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, ул. Ломоносова, 9, Санкт-Петербург, 197101, Россия, n.barakova@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>

Information about authors

Arthur R. Khasanov graduate student, biotechnology faculty, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 197101, Russia, St. Petersburg, Lomonosova ave. 9, kingartur-12@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6187-1035>

Nadezhda V. Barakova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, biotechnology faculty, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 197101, Russia, St. Petersburg, Lomonosova ave. 9, n.barakova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7296-8609>

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/04/2021	После редакции 21/05/2021	Принята в печать 02/06/2021
Received 20/04/2021	Accepted in revised 21/05/2021	Accepted 02/06/2021