

Применение сырьевых ингредиентов из корнеплодов свёклы в пищевой промышленности

Екатерина И. Решетник	¹	soia-28@ya.ru	 0000-0002-3166-9992
Антонина П. Пакусина	¹	pakusina.a@ya.ru	 0000-0001-5547-3444
Татьяна П. Платонова	²	platonova.t00@mail.ru	 0000-0002-9056-6846
Светлана Л. Грибанова	¹	lsv24leon@mail.ru	 0000-0003-1448-4328
Кетеван Р. Бабухадия	¹	kbabukhadiya@mail.ru	 0000-0001-8137-7376
Павел Н. Школьников	¹	pavel.shkolnikov@mail.ru	 0000-0003-3587-3082

¹ Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия

² Амурский государственный университет, Игнатьевское шоссе, 21, 675027, Россия

Аннотация. Корнеплоды свёклы столовой являются источником ценных питательных компонентов, обладающих лечебно – профилактическими свойствами и могут быть использованы как сырье при производстве различных видов продуктов питания. Изучены биохимические показатели корнеплодов свёклы столовой сортов выращиваемых в Амурской области: Успех, Детройт, Приморская 4, Цилиндра, Валента и гибрида Пабло F 1. Наибольшее количество сахара установлено в сорте Приморская 4 (15,0%), титруемая кислотность в пересчете на яблочную – у сорта Валента (0,590%), витамина С – в сорте Детройт (10,90 мг/100г), сухое вещество – в сорте Успех (21,75%), зольность – в сорте Цилиндра (1,17%). Наивысший уровень накопления красящих веществ (бетаксантинов и бетанинов) в корнеплодах свёклы отмечен для сортов Успех (соответственно 31,04% и 199,80%) и Валента (соответственно 26,56% и 169,91%). Полученный сок из свёклы сорта Успех, предварительно подвергнутый термической обработке, вносили в качестве натурального красителя и обогащающего компонента в творожный продукт в количестве от 1,0; 1,5 и 2,0% от массы готового продукта. Определены органолептические показатели в полученных образцах творожных продуктов, контролем являлся образец без внесения сока из свёклы. Установлены физико – химические показатели качества в образце 2, у которого сформирован лучший органолептический профиль. В готовом продукте содержание массовой доли жира составило 5,0%, массовой доли белка – 14,0%, сахарозы – 3,26%, значение титруемой кислотности соответствует требованиям нормативно-правовых актов. Обогащение различных продуктов питания пищевыми ингредиентами из корнеплодов свёклы позволит расширить ассортимент продукции лечебно – профилактического назначения.

Ключевые слова: корнеплоды свёклы, биохимические показатели, творожный продукт, обогащение, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Application of raw ingredients from beet roots in the food industry

Ekaterina I. Reshetnik	¹	soia-28@ya.ru	 0000-0002-3166-9992
Antonina P. Pakusina	¹	pakusina.a@ya.ru	 0000-0001-5547-3444
Tatyana P. Platonova	²	platonova.t00@mail.ru	 0000-0002-9056-6846
Svetlana L. Griбанова	¹	lsv24leon@mail.ru	 0000-0003-1448-4328
Ketevan R. Babukhadiya	¹	kbabukhadiya@mail.ru	 0000-0001-8137-7376
Pavel N. Shkolnikov	¹	pavel.shkolnikov@mail.ru	 0000-0003-3587-3082

¹ Far Eastern State Agrarian University, st. Politeknicheskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia

² Amur State University, Ignatievskoe Shosse, 21, 675027, Russia

Abstract. Beet roots are a source of valuable nutritional components that have therapeutic and prophylactic properties and can be used as a raw material in the production of various types of food products. The biochemical indicators of the root crops of table beet varieties grown in the Amur region: Success, Detroit, Primorskaya 4, Tsilindra, Valenta and the hybrid Pablo F 1. The largest amount of sugar was found in the Primorskaya 4 variety (15,0%), titratable acidity in terms of malic acidity - in the Valenta variety (0,590%), vitamin C in the Detroit variety (10,90 mg/100g), dry matter in the Success variety (21,75%), ash content in the Cilindra variety (1,17%). The highest level of accumulation of coloring substances (betaxanthins and betanins) in beet roots was noted for the varieties Success (31,04% and 199,80%, respectively) and Valenta (26,56% and 169,91%, respectively). The resulting juice from beetroot variety Success, previously subjected to heat treatment, was added as a natural coloring and enriching component to the curd product in amounts of 1,0%, 1,5% and 2,0% by weight of the finished product. Organoleptic characteristics were determined in the obtained samples of curd products; the control was a sample without the addition of beet juice. Physico-chemical quality indicators were established in sample 2, which has the best organoleptic profile. In the finished product, the mass fraction of fat was 5,0%, the mass fraction of protein was 14,0%, sucrose was 3,26%, the titratable acidity value complies with the requirements of regulatory legal acts. Enrichment of various food products with food ingredients from beet roots will expand the range of products for therapeutic and prophylactic purposes.

Keywords: beet roots, biochemical indicators, curd product, enrichment, organoleptic indicators, physico-chemical indicators.

Для цитирования

Решетник Е.И., Пакусина А.П., Платонова Т.П., Грибанова С.Л., Бабухадия К.Р., Школьников П.Н. Применение сырьевых ингредиентов из корнеплодов свёклы в пищевой промышленности // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2. С. 132–137. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-132-137

For citation

Reshetnik E.I., Pakusina A.P., Platonova T.P., Griбанова S.L., Babukhadiya K.R., Shkolnikov P.N. Application of raw ingredients from beet roots in the food industry. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 132–137. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-2-132-137

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

Введение

Свекла – сельскохозяйственное растение, относящееся к овощным культурам. Столовые сорта свёклы нашли широкое использование в повседневном питании многих народов мира.

Корнеплод свеклы используется в качестве лекарственного средства с давних времен. Лечебные свойства свеклы и ее сока обусловлены богатым содержанием природных антиоксидантов и других групп физиологически важных компонентов питания в количествах, оказывающих лечебно-профилактическое воздействие на организм человека [7].

Изучение биохимических свойств различных сортов свеклы столовой, выращиваемой на территории Амурской области, является актуальным.

Цель работы – изучение биохимических показателей корнеплодов свёклы различных сортов и возможность использования сока из свёклы в качестве пищевого сырья при производстве продуктов питания.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны корнеплоды красной свёклы столовой сортов Успех, Детройт, Приморская 4, Цилиндра, Валента и гибрида Пабло F 1.

Исследование влияния свекольного сока без мякоти, полученного из свёклы сорта Успех на органолептические показатели творожной пасты проводилось на следующих образцах:

Образец 1 – творожная паста без добавления свекольного сока.

Образец 2 – творожная паста с добавлением свекольного сока в количестве 1,0% от массы готового продукта.

Образец 3 – творожная паста с добавлением свекольного сока в количестве 1,5% от массы готового продукта.

Образец 4 – творожная паста с добавлением свекольного сока в количестве 2,0% от массы готового продукта.

Органолептические показатели и размер корнеплодов определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 32285–2013. Титруемая кислотность в пересчёте на яблочную кислоту была определена методом потенциометрического титрования согласно ГОСТ ISO 750–2013. Массовую долю сухих веществ в корнеплодах свёклы определяли термогравиметрическим методом по ГОСТ 28561–90. Массовую долю витамина С определяли по ГОСТ 24556–89. Содержание сахаров в корнеплодах свёклы определяли в соответствии с ГОСТ 8756.13–87. Содержание золы определяли по ГОСТ 25555.4–91. Бетацианины корнеплодов свёклы столовой определяли спектрофотометрическим методом [7].

Отбор и подготовка образцов творожных продуктов (контроль и обогащенные соком из свёклы) к анализу проводили по ГОСТ 26809 [5]. Хранение образцов осуществляли при температуре 4 ± 2 °С в холодильной камере [2].

Внешний вид, цвет образцов определяли визуально; консистенцию, вкус и запах определяли органолептически [3]. Определение физико – химических показателей проводили по общепринятым методикам для дано вида продукта [1, 10].

Результаты и обсуждение

В ходе проведённых исследований определены основные биохимические показатели корнеплодов различных сортов свёклы (таблица 1). Установлено, что по содержанию сахаров лидирует сорт Приморская 4. Минимальное содержание сахаров наблюдается в сорте Валента.

Таблица 1.

Биохимические показатели корнеплодов свеклы

Table 1.

Biochemical parameters of beet roots

Сорт, гибрид Variety, hybrid	Сахара, % Sugar, %	Кислотность титруемая в пересчёте на яблочную кислоту, % Acidity titrated in terms of malic acid, %	Витамин С, мг/100г Vitamin C, mg/100g	Сухое вещество, % Dry matter, %	Зольность, % Ash content, %	Оценка вкуса, балл Taste rating, point
Успех Success	13,0	0,297	6,53	21,75	0,58	5
Детройт Detroit	12,0	0,296	10,90	18,79	1,12	4
Приморская 4 Primorskaya 4	15,0	0,256	8,80	20,24	0,95	5
Цилиндра Cylinder	12,0	0,331	7,90	17,22	1,17	3
Валента Valenta	9,5	0,590	7,31	19,48	0,92	3
Пабло F 1 Pablo F 1	11,5	0,419	9,68	14,39	0,78	4
Среднее значение Average value	11,5 $\pm$ 0,9	0,365 $\pm$ 0,047	8,12 $\pm$ 0,74	17,62 $\pm$ 1,46	0,90 $\pm$ 0,08	

Кислотность характеризует наличие в плодах и овощах органических кислот. В свёкле присутствуют щавелевая, яблочная, лимонная, винная, молочная кислоты. От соотношения содержания сахаров и кислотности зависит вкус овощей [4]. Наибольший сахарокислотный коэффициент имели корнеплоды сорта Приморская 4 (58,6) и Успех (43,8), эти же сорта имели оценку вкуса 5 баллов, наименьшее значение сахарокислотного коэффициента – у свёклы сорт Валента (16,1) и оценка вкуса 3 балла.

Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в корнеплодах свёклы варьировало в пределах от 6,53 мг/100 г у сорта Успех до 10,90 мг/100г у сорта Детройт. При этом все сорта свёклы имеют достаточно высокий уровень содержания аскорбиновой кислоты.

Среднее значение зольности корнеплодов свёклы столовой составило $0,90 \pm 0,08\%$, а среднее значение содержания сухого вещества $17,62 \pm 1,46\%$.

Ценность свёклы состоит в том, что в её корнеплодах присутствуют красящие вещества: бетацианины, отвечающие за красную окраску, и бетаксантины, которые имеют жёлтую окраску.

Бетацианины обладают антиоксидантными свойствами, препятствуют возникновению злокачественных опухолей [8]. Суммарное содержание бетацианинов определяли в пересчете на бетанин. Накопление бетанина у свёклы столовой зависит от агроклиматических условий выращивания и сорта, а поражение болезнями и вредителями способно остановить аккумуляцию бетанина [9].

Наивысший уровень накопления красящих веществ (бетаксантинов и бетанинов) в корнеплодах свёклы отмечен для сортов Успех и Валента (таблица 2).

Таблица 2.
Содержание красящих веществ
в корнеплодах свёклы

Table 2.
Content of coloring substances in beet roots

Сорт, гибрид Variety, hybrid	Бетаксантины, г/кг Betaxanthins, g/kg	Бетанины, г/кг Betanins, g/kg
Успех Success	31,04	199,80
Детройт Detroit	20,04	166,76
Приморская 4 Primorskaya 4	15,07	124,14
Цилиндра Cylinder	17,58	105,56
Валента Valenta	26,56	169,91
Пабло F 1 Pablo F 1	13,35	86,14
Среднее значение Average value	$19,23 \pm 2,97$	$142,10 \pm 46,44$

В некоторых сортах свёклы, например, при сравнительном анализе средних значений красящих веществ в сортах Приморская 4 и Цилиндра наблюдаем асинхронное изменение содержания красящих веществ, то есть, максимальное содержание бетаксантинов установлено в сорте

Цилиндра, а наибольшее содержание бетанинов – в сорте Приморская 4. Это свидетельствует о различной склонности сортов свёклы к накоплению бетаксантинов и бетанинов.

На следующем этапе исследована возможность использования сока из свёклы без мякоти, полученного из корнеплодов сорта Успех, в технологии производства творожного продукта. Полученный сок из данного сорта свёклы, по сравнению с соком других исследованных сортов и гибрида свёклы, содержит наибольшее количество красящих веществ (бетаксантинов – 31,04 г/кг, бетанинов – 199,80 г/кг), приближенное к максимальным значениям количество сахаров (13,0%), и относительно не высокое значение показателя титруемой кислотности в пересчете на яблочную кислоту (0,297%).

В подготовленную основу для получения творожного продукта в состав которого входил творог обезжиренный, сливки питьевые и сахар белый в количестве – соответствующем рецептуре на данный продукт, вносили полученный сок из свёклы, предварительно подвергнутый термической обработке с целью исключения обсеменения творожного продукта посторонней микрофлорой, в количестве от 1,0 до 2,0% от массы готового продукта с шагом 0,5% [6]. С помощью планетарного миксера доводили продукт до однородной пастообразной консистенции.

В полученных образцах оценивали внешний вид и консистенцию, вкус и запах, цвет. Контролем являлся образец творожного продукта без внесения сока из свёклы сорта Успех. Визуализация полученных результатов представлена на рисунке 1 в виде профилограммы органолептической оценки.

Дальнейший эксперимент проведен по определению физико-химических показателей в образце с полученными наилучшими органолептическими показателями, массовая доля внесения сока свёклы в котором составила 1,5%.

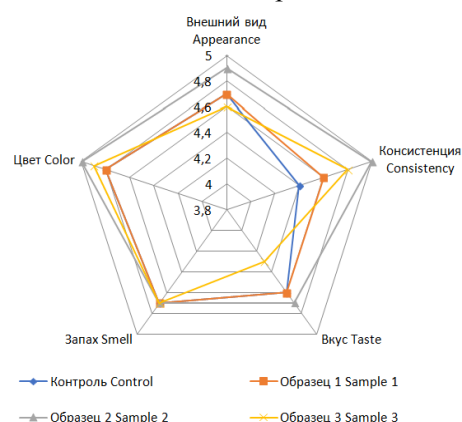


Рисунок 1. Профилограмма органолептической оценки полученных образцов творожных продуктов
Figure 1. Profilogram of organoleptic evaluation of the obtained samples of curd products

Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-химические показатели творожного продукта с соком из свёклы в количестве 1,5%

Table 3.

Physico-chemical characteristics of a curd product with beet juice in an amount of 1,5%

Показатель Indicator	Значение Value
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	5,0 ± 0,08
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	14,0 ± 0,06
Кислотность, °T Acidity, °T	110,0 ± 0,09
Массовая доля влаги, % Moisture content, %	78,0 ± 0,14
Массовая доля сахарозы, % Mass fraction of sucrose, %	3,26 ± 0,04

По основным показателям качества творожный продукт с соком свёклы соответствует требованиям нормативно – правовых актов на данный вид пищевой продукции.

Заключение

При изучении биохимических показателей в проанализированных сортах свёклы выявлены сорта с наибольшим содержанием сахаров и аскорбиновой кислоты. Среди образцов отмечены сорта свёклы с высоким уровнем количественного содержания красящих веществ.

Полученное сырьё из корнеплодов свёклы в виде сока без мякоти может быть использовано в пищевых технологиях как натуральный краситель и физиологически-функциональный компонент.

Разработка пищевых продуктов, которые входят в ежедневный рацион питания человека, обогащенных соком из свёклы или другими видами пищевых ингредиентов на основе корнеплодов свёклы, позволит осуществлять профилактику большого количества заболеваний.

Литература

- 1 Бояринаева И.В., Хамагаева И.С. Совершенствование биотехнологии симбиотического бактериального концентрата // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 4(94). С. 89–95. doi: 10.20914/2310–1202–2022–4–89–95
- 2 Вернер А.В., Гращенков Д.В., Чугунова О.В. Исследование показателей безопасности продукции диетической направленности (на примере безлактозных изделий для детского питания) // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10(199). С. 219–225. doi: 10.36718/1819–4036–2023–10–219–225
- 3 Кольберг Н.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Москобенко Н.В. Исследование влияния иммунотропных пептидов на экспериментальный иммунодефицит // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 84–91. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_84
- 4 Пакушина А.П., Ран О.П., Платонова Т.П. Характеристика сортов и гибридов капусты белокочанной по биохимическим показателям в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 1. С. 22–29. doi: 10.22450/19996837_2023_1_22
- 5 Прокопов А.Ю., Вечтомова Е.А., Неверова О.А., Орлова М.М. Обеспеченность сырьевыми ресурсами для создания биологически активных добавок из дериватов охотничьего промысла // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 2(58). С. 59–63. doi: 10.46548/21vek-2022–1158–0010
- 6 Решетник Е.И., Грибанова С.Л., Держапольская Ю.И. и др. Влияние растворимых пищевых волокон из *Larix dahurica* на качество молочного биопродукта // Молочная промышленность. 2023. № 6. С. 62–65. doi: 10.21603/1019–8946–2023–6–15
- 7 Саенко И.И., Тарасенко О.В., Дейнека В.И., Дейнека Л.А. Бетацианины корнеплодов красной столовой свеклы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 3(122). С. 194–200.
- 8 Henriette M.C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – A review // Intern. J. Food Sci. Technol. 2009. №. 44. P. 2365–2376. doi: 10.1111/j.1365–2621.2007.01668
- 9 Sokolova D.V., Shvachko N.A., Mikhailova A.S., Popov V.S. Betalain content and morphological characteristics of table beet accessions: their interplay with abiotic factors // Agronomy. 2022. V. 12. № 5. P. 1033. doi: 10.3390/agronomy12051033
- 10 Zakharova L.M., Zakharenko M.A., Gorbunchikova M.S. Plant origin alternatives to classic dairy products // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. V. 2526. №. 1. doi: 10.1063/5.0116426.
- 11 Domínguez R., Maté-Muñoz J.L., Cuenca E., García-Fernández P. et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts // Journal of the international society of sports nutrition. 2018. V. 15. P. 1–12. doi: 10.1186/s12970-017-0204-9
- 12 Zamani H., De Joode M.E.J.R., Hossein I.J., Henckens N.F.T. et al. The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review // Critical reviews in food science and nutrition. 2021. V. 61. №. 5. P. 788–804. doi: 10.1080/10408398.2020.1746629
- 13 Domínguez R., Cuenca E., Maté-Muñoz J.L., García-Fernández P. et al. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review // Nutrients. 2017. V. 9. №. 1. P. 43. doi: 10.3390/nu9010043
- 14 Wruss J., Waldenberger G., Huemer S., Uygun P. et al. Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria // Journal of Food Composition and Analysis. 2015. V. 42. P. 46–55.

- 15 Gallardo E.J., Coggan A.R. What is in your beet juice? Nitrate and nitrite content of beet juice products marketed to athletes // International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2019. V. 29. №. 4. P. 345-349. doi: 10.1123/ijsem.2018-0223
- 16 Wylie L.J., Bailey S.J., Kelly J., Blackwell J.R. et al. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance // European journal of applied physiology. 2016. V. 116. P. 415-425. doi: 10.1007/s00421-015-3296-4
- 17 Wootton-Beard P.C., Brandt K., Fell D., Warner S. et al. Effects of a beetroot juice with high neobetanin content on the early-phase insulin response in healthy volunteers // Journal of Nutritional Science. 2014. V. 3. P. e9.
- 18 Boorsma R.K., Whitfield J., Spriet L.L. (Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners // Med Sci Sports Exerc. 2014. V. 46. №. 12. P. 2326-34.
- 19 Pinna M., Roberto S., Milia R., Marongiu E. et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming // Nutrients. 2014. V. 6. №. 2. P. 605-615.
- 20 Clifford T., Bell O., West D. J., Howatson G. et al. The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise // European journal of applied physiology. 2016. V. 116. P. 353-362.

References

- 1 Boyarineva, I.V. Boyarineva, I.V. Improving the biotechnology of symbiotic bacterial concentrate. Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2022. vol. 84. no. 4(94). pp. 89–95. doi: 10.20914/2310–1202–2022–4–89–95 (in Russian).
- 2 Werner A.V., Grashchenkov D.V., Chugunova O.V. Study of safety indicators of dietary products (using the example of lactose-free products for baby food). Bulletin of KrasGAU. 2023. no. 10(199). pp. 219–225. doi: 10.36718/1819–4036–2023–10–219–225 (in Russian).
- 3 Kolberg N.A., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V., Moskovenko N.V. Study of the influence of immunotropic peptides on experimental immunodeficiency. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. vol. 36. no. 7. pp. 84–91. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_84 (in Russian).
- 4 Pakusina A.P., Ran O.P., Platonova T.P. Characteristics of varieties and hybrids of white cabbage according to biochemical parameters in the conditions of the Amur region. Far Eastern Agrarian Bulletin. 2023. vol. 17. no. 1. pp. 22–29. doi: 10.22450/19996837_2023_1_22 (in Russian).
- 5 Prosekov A.Yu., Vechtomova E.A., Neverova O.A., Orlova M.M. Provision of raw materials for the creation of biologically active additives from hunting derivatives // XXI century: results past and present problems plus. 2022. vol. 11. no. 2(58). pp. 59–63. doi: 10.46548/21vek-2022–1158–0010 (in Russian).
- 6 Reshetnik E.I., Gribanova S.L., Derzhapolskaya Yu. et al. The influence of soluble dietary fiber from *Larix dahurica* on the quality of dairy bioproduct. Dairy industry. 2023. no. 6. pp. 62–65. doi: 10.21603/1019–8946–2023–6–15 (in Russian).
- 7 Saenko I.I., Tarasenko O.V., Deineka V.I., Deineka L.A. Betacyanins of red beet roots. Scientific bulletins of Belgorod State University. Series: Natural Sciences. 2012. no. 3(122). pp. 194–200. (in Russian).
- 8 Henriette M.C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – A review. Intern. J. Food Sci. Technol. 2009. no. 44. pp. 2365–2376. doi:10.1111/j.1365–2621.2007.01668
- 9 Sokolova D.V., Shvachko N.A., Mikhailova A.S., Popov V.S. Betalain content and morphological characteristics of table beet accessions: their interplay with abiotic factors. Agronomy. 2022. vol. 12. no. 5. pp. 1033. doi: 10.3390/agronomy12051033
- 10 Zakharova L.M., Zakharenko M.A., Gorbunchikova M.S. Plant origin alternatives to classic dairy products. AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2023. vol. 2526. no. 1. doi: 10.1063/5.0116426.
- 11 Domínguez R., Maté-Muñoz J.L., Cuenca E., García-Fernández P. et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. Journal of the international society of sports nutrition. 2018. vol. 15. pp. 1-12. doi: 10.1186/s12970-017-0204-9
- 12 Zamani H., De Joode M.E.J.R., Hossein I.J., Henckens N.F.T. et al. The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. Critical reviews in food science and nutrition. 2021. vol. 61. no. 5. pp. 788-804. doi: 10.1080/10408398.2020.1746629
- 13 Domínguez R., Cuenca E., Maté-Muñoz J.L., García-Fernández P. et al. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. Nutrients. 2017. vol. 9. no. 1. pp. 43. doi: 10.3390/nu9010043
- 14 Wruss J., Waldenberger G., Huemer S., Uygun P. et al. Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. Journal of Food Composition and Analysis. 2015. vol. 42. pp. 46-55.
- 15 Gallardo E.J., Coggan A.R. What is in your beet juice? Nitrate and nitrite content of beet juice products marketed to athletes. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2019. vol. 29. no. 4. pp. 345-349. doi: 10.1123/ijsem.2018-0223
- 16 Wylie L.J., Bailey S.J., Kelly J., Blackwell J.R. et al. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. European journal of applied physiology. 2016. vol. 116. pp. 415-425. doi: 10.1007/s00421-015-3296-4
- 17 Wootton-Beard P.C., Brandt K., Fell D., Warner S. et al. Effects of a beetroot juice with high neobetanin content on the early-phase insulin response in healthy volunteers. Journal of Nutritional Science. 2014. vol. 3. pp. e9.
- 18 Boorsma R.K., Whitfield J., Spriet L.L. (Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. Med Sci Sports Exerc. 2014. vol. 46. no. 12. pp. 2326-34.
- 19 Pinna M., Roberto S., Milia R., Marongiu E. et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. Nutrients. 2014. vol. 6. no. 2. pp. 605-615.
- 20 Clifford T., Bell O., West D. J., Howatson G. et al. The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. European journal of applied physiology. 2016. vol. 116. pp. 353-362.

Сведения об авторах

Екатерина И. Решетник д.т.н., профессор, кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции, Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия, soia-28@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3166-9992>

Антонина П. Пакузина д.х.н., профессор, кафедра экологии, почвоведения и агрохимии, Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия, pakusina.a@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Татьяна П. Платонова к.х.н., доцент, кафедра химии и химической технологии, Амурский государственный университет, Игнатьевское шоссе, 21, 675027, Россия, platonova.t00@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9056-6846>

Светлана Л. Грибанова к.т.н., старший преподаватель, кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции, Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия, lsv24leon@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1448-4328>

Кетеван Р. Бабухадия к.с.-х.н., профессор, кафедра технологии переработки сельскохозяйственной продукции, Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия, kbabukhadiya@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

Павел Н. Школьников д.т.н., доцент, кафедры строительного производства и инженерных конструкций, Дальневосточный государственный аграрный университет, ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, 675005, Россия, pavel.shkolnikov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3587-3082>

Вклад авторов

Екатерина И. Решетник написала рукопись, корректуровала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Антонина П. Пакузина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Татьяна П. Платонова консультация в ходе исследования

Светлана Л. Грибанова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Кетеван Р. Бабухадия, Павел Н. Школьников предложили методику проведения эксперимента

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Ekaterina I. Reshetnik Dr. Sci. (Engin.), professor, agricultural products processing technology department, Far Eastern State Agrarian University, st. Politekhnikeskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia, soia-28@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3166-9992>

Antonina P. Pakusina Dr. Sci. (Chem.), professor, ecology, soil science and agrochemistry department, Far Eastern State Agrarian University, st. Politekhnikeskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia, pakusina.a@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Tatyana P. Platonova Cand. Sci. (Chem.), associate professor, chemistry and chemical technology department, Amur State University, Ignatievskoe Shosse, 21, 675027, Russia, platonova.t00@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-9056-6846>

Svetlana L. Gribanova Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, agricultural products processing technology department, Far Eastern State Agrarian University, st. Politekhnikeskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia, lsv24leon@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1448-4328>

Ketevan R. Babukhadiya Dr. Sci. (Agric.), professor, agricultural products processing technology department, Far Eastern State Agrarian University, st. Politekhnikeskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia, kbabukhadiya@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

Pavel N. Shkolnikov Dr. Sci. (Engin.), associate professor, department of construction production and engineering structures, Far Eastern State Agrarian University, st. Politekhnikeskaya, 86, Blagoveshchensk, 675005, Russia, pavel.shkolnikov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3587-3082>

Contribution

Ekaterina I. Reshetnik wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Antonina P. Pakusina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Tatyana P. Platonova consultation during the study

Svetlana L. Gribanova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Ketevan R. Babukhadiya, Pavel N. Shkolnikov proposed a scheme of the experiment

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/04/2024	После редакции 06/05/2024	Принята в печать 28/05/2024
Received 15/04/2024	Accepted in revised 06/05/2024	Accepted 28/05/2024