

Научная статья/Research Article

УДК 634.7

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-186-193

Наталья Леонидовна Наумова^{1✉}, Юлия Александровна Бец²,
Константин Николаевич Кудрявцев³, Ирина Валерьевна Бобылева⁴,
Татьяна Анатольевна Чернова⁵, Ольга Владимировна Иванова⁶

^{1,2,3}Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

^{4,5,6}Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Челябинская область, Россия

¹n.naumova@inbox.ru

²bets.jul@yandex.ru

³n.naumova@inbox.ru

⁴i30161@yandex.ru

⁵chernova1607@yandex.ru

⁶lelya.klimova.83@inbox.ru

НУТРИЕНТНЫЙ ПРОФИЛЬ БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ ЯГОД

Цель исследования – изучение нутриентного профиля быстрозамороженных ягод различных видов. Объект исследования – сортосмеси ягод (земляника садовая, крыжовник розовый, малина, смородина красная, жимолость) урожая 2022 г., промышленно выращенных и замороженных в условиях ИП ГК(Ф)Х Филипповой А.А. Общее содержание сухих веществ и влаги в ягодах определяли по ГОСТ 33977-2016, сахаров – по М 04-69-2011, органических кислот – по М 04-47-2012, нерастворимых пищевых волокон – по ГОСТ Р 54014-2010, флавоноидов – колориметрическим методом с алюминий хлоридом по Р 4.1.1672-2003 (в качестве стандартного образца использовали рутин), минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03, титруемую кислотность – по ГОСТ ISO 750-2013, сахарно-кислотный индекс – отношением общего содержания сахаров к титруемой кислотности. Определение антиоксидантной активности – оптическим методом с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH), определение общего содержания полифенолов – методом Фолина-Чокальтеу с модификациями. Обработку полученных результатов проводили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим применением критерия достоверно значимой разницы Тьюки (TukeyHSD). В ягодах малины определено достоверно высокое содержание нерастворимых пищевых волокон, большинства минеральных элементов (Cu^{+2} , Fe^{+2} , P^{+3} , Cr^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+3} , Se^{+4} , Zn^{+2} , Ba^{+2} , B^{+3} , Te^{+2} , Ti^{+2}), в жимолости – повышенный уровень полифенольных и отдельных минеральных веществ (Mo^{+2} и Te^{+2}), в крыжовнике – повышенное количество лимонной и янтарной кислот, флавоноидов и некоторых минеральных элементов (Cu^{+2} , P^{+3} , Cr^{+2} , Mo^{+2} , Ba^{+2} , Na^{+} , Sr^{+2}), в землянике и смородине – относительно высокая антиоксидантная активность в дополнение к повышенным уровням минеральных компонентов, а именно Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} , Sr^{+2} в землянике и Al^{+3} , Fe^{+2} , Cr^{+2} , Mo^{+2} , Si^{+2} , Ti^{+2} – в смородине. Таким образом, у быстрозамороженных ягод установлен нутриентный состав, специфичный для каждого вида.

Ключевые слова: быстрозамороженные ягоды, макро- и микронутриенты, антиоксидантная активность

Для цитирования: Нутриентный профиль быстрозамороженных ягод / Н.Л. Наумова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 7. С. 186–193. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-186-193.

Natalia Leonidovna Naumova^{1✉}, Julia Alexandrovna Bets², Konstantin Nikolaevich Kudryavtsev³, Irina Valerievna Bobyleva⁴, Tatyana Anatolyevna Chernova⁵, Olga Vladimirovna Ivanova⁶

^{1,2,3}South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

^{4,5,6}South Ural State Agrarian University, Troitsk, Chelyabinsk Region, Russia

¹n.naumova@inbox.ru

²bets.jul@yandex.ru

³n.naumova@inbox.ru

⁴i30161@yandex.ru

⁵chernova1607@yandex.ru

⁶lelya.klimova.83@inbox.ru

NUTRIENT PROFILE OF QUICK FROZEN BERRIES

The aim of the study is to investigate the nutrient profile of quick-frozen berries of various types. The study object is a variety mix of berries (garden strawberry, pink gooseberry, raspberry, red currant, honeysuckle) harvested in 2022, industrially grown and frozen under the conditions of the IP GK(F)H Filippova A.A. The total content of dry matter and moisture in berries was determined according to GOST 33977-2016, sugars – according to M 04-69-2011, organic acids – according to M 04-47-2012, insoluble dietary fiber – according to GOST R 54014-2010, flavonoids – by the colorimetric method with aluminum chloride according to R 4.1.1672-2003 (rutin was used as a standard sample), mineral substances – according to MUK 4.1.1482-03 and MUK 4.1.1483-03, titratable acidity – according to GOST ISO 750-2013, sugar-acid index - the ratio of the total sugar content to titratable acidity. Determination of antioxidant activity – by an optical method using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), determination of the total content of polyphenols – by the Folin-Ciocalteu method with modifications. The obtained results were processed using analysis of variance (ANOVA) followed by the Tukey HSD test. Raspberries have been found to have a reliably high content of insoluble dietary fiber, most mineral elements (Cu^{+2} , Fe^{+2} , P^{+3} , Cr^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+3} , Se^{+4} , Zn^{+2} , Ba^{+2} , B^{+3} , Te^{+2} , Ti^{+2}), honeysuckle has an increased level of polyphenolic and individual mineral substances (Mo^{+2} and Te^{+2}), gooseberries have increased amounts of citric and succinic acids, flavonoids and some mineral elements (Cu^{+2} , P^{+3} , Cr^{+2} , Mo^{+2} , Ba^{+2} , Na^{+} , Sr^{+2}), strawberries and currants have a relatively high antioxidant activity in addition to increased levels of mineral components, namely Ca^{+2} , K^{+} , Na^{+} , Sr^{+2} in strawberries and Al^{+3} , Fe^{+2} , Cr^{+2} , Mo^{+2} , Si^{+2} , Ti^{+2} in currants. Thus, the quick-frozen berries have a nutrient composition specific to each type.

Keywords: quick-frozen berries, macro- and micronutrients, antioxidant activity

For citation: Nutrient profile of quick frozen berries / Naumova N.L. [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(7): 186–193 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-186-193.

Введение. Среди всего многообразия содержащимися в ягодах биологически активных веществ, необходимых для осуществления обмена веществ в человеческом организме, можно выделить значительное содержание витаминов (группы В, С, Р, провитамина А), органических кислот (лимонной, винной, яблочной, щавелевой, янтарной, салициловой и др.), пищевых волокон (клетчатки, пектиновых веществ), макро- и микроэлементов (K^{+} , Fe^{+2} , Cu^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , P^{+3} , Ca^{+2} и др.), дубильных веществ, терпеноидов, катехинов, флавоноидов, антоцианов, фенолкарбоновых и оксикоричных кислот и др. [1–4]. Производство продуктов питания с использованием ягодного сырья – приоритетное направление многих федеральных и региональных про-

грамм по обеспечению полноценного питания населения РФ. Особую актуальность в этом аспекте приобретает рациональное использование местных природно-сырьевых ресурсов [5].

Наиболее эффективным методом длительного консервирования и хранения ягод с минимальным воздействием на их пищевые характеристики является замораживание, так как понижение температуры не только ингибирует в сырье многие метаболические процессы, но и способствует высвобождению связанных биологически активных соединений [6]. Разнообразная область применения замороженных ягод (приготовление витаминных напитков и коктейлей, муссов, йогуртов, начинок для хлебобулочных и кондитерских изделий и т. д.) обусловила

присутствие на потребительском рынке широко ассортимента продукции, в котором зачастую сложно разобраться рядовому покупателю с точки зрения пользы от употребления того или иного вида ягод.

Цель исследования – изучение нутриентного профиля быстрозамороженных ягод различных видов.

Задачи: изучить биохимические показатели, антиоксидантную активность и минеральную ценность испытуемого ягодного сырья.

Объекты и методы. Объект исследования – сортосмеси ягод (земляника садовая, крыжовник розовый, малина, смородина красная, жимолость) урожая 2022 г., промышленно выращенных и замороженных в условиях ИП ГК(Ф)Х Филипповой А.А. (ТМ «Григорьевские сады», Челябинская обл., Каслинский р-н, д. Григорьевка) с целью дальнейшей реализации. Процесс замораживания осуществлялся в морозильной камере в слое ягод толщиной 3–4 см при температуре воздуха -35°C и скорости движения воздуха 5 м/с до температуры в центре слоя -18°C . Ягоды упаковывали в пакеты из полиэтиленовой пленки массой нетто 0,5 кг. На время проведения исследования период хранения ягод при температуре не выше -18°C составил 1 месяц со дня заморозки. Перед проведением исследования ягоды дефростировали в холодильнике при температуре $6-8^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч. Медленное размораживание позволяет сохранить структуру сырья, уменьшить потери клеточного сока и сохранить содержание всех нутриентов.

Общее содержание сухих веществ и влаги в ягодах определяли по ГОСТ 33977-2016, сахаров – по М 04-69-2011, органических кислот – по М 04-47-2012, нерастворимых пищевых волокон – по ГОСТ Р 54014-2010, флавоноидов – колориметрическим методом с алюминий хлоридом по Р 4.1.1672-2003 (в качестве стандартного образца использовали рутин), минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03, титруемую кислотность – по ГОСТ ISO 750-2013, сахарно-кислотный индекс – отношением общего содержания сахаров к титруемой кислотности. Определение антиоксидантной активности проводили оптическим методом с использованием 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) [7], определение общего содержания полифенолов – методом Фолина – Чокальтеу с модификациями [8]. Обработку полученных результатов прово-

дили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с последующим применением критерия достоверно значимой разницы Тьюки (TukeyHSD).

Результаты и их обсуждение. Из данных таблицы 1 видно, что наибольшее количество сухих веществ содержится в ягодах малины, смородины и крыжовника (соответственно 17,9; 15,4 и 14,7 %), а ягоды земляники и жимолости характеризуются повышенным содержанием влаги (соответственно 89,8 и 89,2 %). Во всех ягодах по количественному содержанию преобладает фруктоза (42–53 %), обеспечивающая сладкий вкус, затем следуют глюкоза (38–47) и сахароза (до 16 %), последняя не определена в смородине красной и жимолости. Достоверно большее содержание фруктозы (5,05 %) и глюкозы (4,7 %) отмечается в ягодах смородины, меньшее – в ягодах земляники садовой (2,40 и 1,90 % соответственно). Наибольшее количество сахарозы содержится в ягодах малины (1,68 %), а минимальное – в крыжовнике (0,37 %). Наиболее быстрое и резкое повышение уровня глюкозы в крови отмечается после потребления глюкозы или сахарозы в составе пищи. Фруктоза всасывается медленнее, быстрее метаболизируется в печени и, как показывает исследование, потребление фруктозы приводит к существенно меньшему повышению послепищевой гликемии [9]. В этой связи жимолость привлекает большее внимание с позиций современной нутрициологии.

Из выявленных органических кислот наибольшее влияние на вкус ягод оказывает лимонная [10], по содержанию которой крыжовник превосходит землянику, малину и смородину – более чем в 2 раза, жимолость – в 1,5 раза. В крыжовнике же установлено достоверно высшее (в 5–8 раз выше, чем в других ягодах) содержание янтарной кислоты (2 314,3 мг/кг). Молочная кислота выявлена только в ягодах земляники. Органические кислоты активно участвуют в «ощелачивании» организма, влияют на процессы пищеварения, являясь сильными возбудителями секреции поджелудочной железы в моторной функции кишечника [11, 12]. Ягодам крыжовника в этом вопросе принадлежит «пальма первенства». Титруемая кислотность была максимальной у ягод крыжовника (2,70 %), минимальной – у малины (1,10 %).

Биохимические показатели ягод

Показатель	Земляника садовая	Крыжовник розовый	Малина	Смородина красная	Жимолость
М. д. влаги, %	89,8±3,4a	85,3±2,9b	82,1±2,5c	84,6±2,8b	89,2±3,5 ^a
М. д. сухих веществ, %	10,2±0,5a	14,7±0,9b	17,9±0,7c	15,4±0,8b	10,8±0,4 ^a
М. д. сахаров, %:				< 0,2	
сахароза	0,70±0,02a	0,37±0,01b	1,68±0,06c		
глюкоза	1,90±0,08a	3,85±0,10b	4,36±0,12c	4,73±0,10d	2,81±0,09e
фруктоза	2,40±0,09b	4,39±0,11a	4,46±0,11a	5,05±0,13c	3,16±0,10d
Содержание органических кислот, мг/кг:					
лимонная	10130,2±240,2a	24600,1±310,8b	10090,3±221,5a	12230,2±263,7c	15700,1±231,6d
янтарная	295,0±9,3a	2314,3±106,1b	288,1±10,0a	< 1,0	435,9±15,4c
молочная	386,1±10,5	< 1,0			
Титруемая кислотность, %	1,60±0,05a	2,70±0,11b	1,10±0,03c	1,30±0,04d	1,80±0,06e
Сахарокислотный индекс, о.е.	3,1±0,1a	3,2±0,1a	9,5±0,3b	7,5±0,2c	3,3±0,1a
Содержание нерастворимых пищевых волокон, г/100г	2,1±0,1a	2,3±0,1b	4,9±0,2c	3,0±0,1d	2,1±0,1a
Содержание полифенолов, ммоль/л экв. галловой кислоты	128,0±3,1a	134,8±3,2b	150,3±3,5c	115,9±2,4d	201,1±4,7e
Содержание флавоноидов, %	0,080±0,002b	0,82±0,03c	0,12±0,01a,b	0,11±0,01a,b	0,14±0,01a
Антиоксидантная активность, %	93,6±2,3b	88,8±2,1a	88,8±2,2a	90,2±2,4a,b	84,7±2,1c

Здесь и далее: средние значения с разными буквенными индексами указывают на достоверные различия между группами согласно TukeyHSD ($p < 0,05$), значения с одинаковыми индексами статистически не различаются.

Наибольшую гармоничность вкуса имеют, как правило, ягоды при сахарокислотном индексе, равном 15–25 [10]. Ближе всех к величине нижнего предела индекса оказалась малина (9,5 о. е.), что предопределяет ее вкус как кисло-сладкий. По аналогии для остальных ягод характерен кислотавый вкус.

Немаловажными функциональными ингредиентами для растительного сырья являются нерастворимые пищевые волокна (НПВ), в т. ч. клетчатка, дефицит которой в питании человека считается одним из факторов риска развития:

гипомоторной дискинезии толстой кишки, рака толстой и прямой кишок, синдрома раздраженной кишки, желчнокаменной болезни, сахарного диабета, ожирения, варикозного расширения и тромбоза вен нижних конечностей, атеросклероза и др. Пищевые волокна также снижают пищевую гликемию и выброс инсулина у здоровых людей и больных сахарным диабетом [13]. Несомненно, по количеству НПВ малина превосходила остальные ягоды в 1,6–2,3 раза.

Употребление ягод, богатых полифенольными соединениями, связано со снижением риска

развития хронических дегенеративных заболеваний, диабета 2-го типа, астмы, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [14]. Известно и широкое применение растительных полифенолов при лечении заболеваний человека различной этиологии в качестве капилляроукрепляющих, противовирусных, онкоингибирующих, антиоксидантных, антиаллергенных веществ [15]. В этой связи ягоды жимолости, отличающиеся относительно высоким уровнем полифенолов (больше на 33–73 %), представляют особый интерес.

Флавоноиды, являясь разновидностью полифенолов, синтезируются в растениях в виде биоактивных вторичных метаболитов [16], ответственных за их цвет, вкус и фармакологическую активность [17]. Доказано, что они обладают противовоспалительным, иммуностропным, цитопротекторным и антиоксидантным эффектами, высокой противораковой активностью, оказывают профилактическое влияние на биохимические показатели крови, поджелудочной железы, слизистой оболочки тонкой кишки и др. [18]. Достоверно высокое содержание флавоноидов определено в крыжовнике розовом, что в 5,8–10,2 раз выше величин данного показателя в остальных ягодах.

АОА ягод может быть обусловлена не только количеством полифенолов, но и содержанием водо- и жирорастворимых витаминов [19]. Для ягод земляники садовой и смородины красной

установлена повышенная антиоксидантная способность (на уровне 90,2–93,6 %) по сравнению с другими ягодами, несмотря на пониженное содержание полифенольных соединений.

Как известно, минеральные элементы влияют на активность многих ферментов, входят в состав витаминов, гормонов и тем самым поддерживают гомеостаз организма. Нарушение оптимального баланса элементов в организме человека является причиной многих заболеваний [20]. Установлено (табл. 2), что из исследуемых элементов относительно высокие уровни Ca^{+2} и K^{+} установлены в ягодах земляники, Cu^{+2} и P^{+3} – в крыжовнике и малине, Fe^{+2} – в малине и смородине, Mg^{+2} , Mn^{+3} , Se^{+4} и Zn^{+2} – в малине, Mo^{+2} – в крыжовнике, смородине и жимолости, Na^{+} – в землянике и крыжовнике. Таким образом, по количественному уровню жизненно необходимых для человека минеральных веществ исследуемые ягоды можно ранжировать в следующей последовательности: малина > крыжовник > земляника > смородина > жимолость. Из вероятно необходимых элементов Cr^{+2} богаты: крыжовник, малина, смородина, Ni^{+3} – малина, Si^{+2} – смородина, Sr^{+2} – земляника, крыжовник, Ti^{+2} – смородина, малина [20]. Следует отметить, что в ягодах малины выявлено повышенное количество V^{+3} , Ba^{+2} и Te^{+2} , в крыжовнике – Ba^{+2} , в смородине – Al^{+3} , в жимолости – Te^{+2} . Количество Pb^{+2} в малине не превысило регламентированной нормы (не более 0,4 мг/кг), согласно ТР ТС 021/2011.

Таблица 2

Минеральный состав ягод, мг/кг

Элементы	Земляника садовая	Крыжовник розовый	Малина	Смородина красная	Жимолость
1	2	3	4	5	6
Al^{+3} (алюминий)	0,77±0,02 ^a	1,55±0,05 ^b	3,32±0,11 ^c	6,33±0,20 ^d	0,98±0,03 ^e
V^{+3} (бор)	1,36±0,04 ^b	1,06±0,03 ^a	2,31±0,09 ^c	1,55±0,04 ^d	1,09±0,02 ^a
Ba^{+2} (барий)	0,73±0,02 ^a	0,99±0,03 ^c	0,87±0,03 ^c	0,56±0,02 ^b	0,66±0,02 ^{a,b}
Ca^{+2} (кальций)	486,1±13,2 ^a	211,2±7,3 ^b	167,0±5,1 ^c	136,3±3,4 ^d	89,3±2,6 ^e
Cr^{+2} (хром)	< 0,001	0,054±0,002 ^a	0,055±0,002 ^a	0,065±0,002 ^a	0,037±0,001 ^b
Cu^{+2} (медь)	0,12±0,01 ^b	0,85±0,03 ^a	0,79±0,03 ^a	0,53±0,02 ^c	0,64±0,02 ^d
Fe^{+2} (железо)	4,21±0,15 ^a	4,30±0,14 ^a	7,06±0,20 ^b	7,22±0,21 ^b	2,49±0,08 ^c
K^{+} (калий)	2143,3±57,1 ^a	1258,4±32,6 ^b	813,1±19,3 ^c	967,2±20,6 ^d	1140,1±26,1 ^e
Mg^{+2} (магний)	120,3±2,8 ^a	76,1±1,6 ^b	132,3±3,2 ^c	98,54±2,46 ^d	39,41±1,60 ^e
Mn^{+3} (марганец)	2,69±0,09 ^a	0,80±0,01 ^b	4,62±0,21 ^c	1,83±0,07 ^d	0,50±0,01 ^e
Mo^{+2} (молибден)	< 0,001	0,015±0,004 ^a	< 0,001	0,019±0,005 ^a	0,016±0,004 ^a
Na^{+} (натрий)	2,43±0,08 ^a	2,58±0,06 ^a	2,08±0,05 ^b	1,67±0,06 ^c	1,08±0,04 ^d

1	2	3	4	5	6
Ni ⁺² (никель)	< 0,001	0,16±0,01 ^a	0,86±0,03 ^c	0,31±0,01 ^b	0,25±0,01 ^{a,b}
P ⁺³ (фосфор)	264,2±9,6 ^b	416,0±13,2 ^a	415,3±12,7 ^a	347,1±10,8 ^c	212,0±7,1 ^d
Pb ⁺² (свинец)	< 0,003		0,020±0,001	< 0,003	
Se ⁺⁴ (селен)	< 0,002		0,030±0,002 ^b	0,022±0,001 ^a	0,017±0,001 ^a
Si ⁺² (кремний)	10,20±0,41 ^a	4,12±0,10 ^b	6,64±0,20 ^c	7,55±0,31 ^d	5,39±0,18 ^e
Sr ⁺² (стронций)	1,16±0,03 ^b	1,07±0,04 ^b	0,84±0,03 ^c	0,72±0,02 ^a	0,63±0,02 ^a
Te ⁺² (теллур)	0,10±0,01 ^b	0,12±0,01 ^b	0,26±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	0,30±0,01 ^a
Ti ⁺² (титан)	< 0,001	0,22±0,01 ^b	0,32±0,01 ^a	0,33±0,01 ^a	0,11±0,01 ^c
Zn ⁺² (цинк)	1,19±0,07 ^a	1,45±0,08 ^b	3,10±0,10 ^c	1,20±0,07 ^a	0,94±0,03 ^d

Заключение. Из изучаемых биологически активных веществ в замороженных ягодах малины определено достоверно высокое содержание нерастворимых пищевых волокон, большинства минеральных элементов (Cu⁺², Fe⁺², P⁺³, Cr⁺², Mg⁺², Mn⁺³, Se⁺⁴, Zn⁺², Ba⁺², B⁺³, Te⁺², Ti⁺²), а также более приятный кисло-сладкий вкус. В жимолости выявлен повышенный уровень полифенольных и отдельных минеральных веществ (Mo⁺² и Te⁺²), в крыжовнике розовом – повышенные количества лимонной и янтарной кислот, флавоноидов и некоторых минеральных элементов (Cu⁺², P⁺³, Cr⁺², Mo⁺², Ba⁺², Na⁺, Sr⁺²), в землянике садовой и смородине красной – относительно высокая АОА в дополнение к повышенным уровням минеральных компонентов, а именно Ca⁺², K⁺, Na⁺, Sr⁺² в землянике и Al⁺³, Fe⁺², Cr⁺², Mo⁺², Si⁺², Ti⁺² – в смородине.

Таким образом, у быстрозамороженных ягод установлен нутриентный состав, специфичный для каждого вида. Исследуемое ягодное сырье рекомендуется как для непосредственного употребления в пищу с целью обогащения рациона теми или другими функциональными пищевыми ингредиентами, так и для производства кондитерских, хлебобулочных, молочных и других пищевых систем повышенной пищевой ценности.

Список источников

1. Бородулина И.Д., Феопентова И.В. Биохимический состав ягод земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) // Тр. молодых ученых Алтайского государственного университета. 2022. № 19. С. 6–10.
2. Абдуллина Р.Г., Пупыкина К.А., Баламетова Р.Г. Биохимический состав плодов *Lonicera caerulea* L. и ее подвидов при интродукции в условиях Башкирского Предуралья // Химия растительного сырья. 2022. № 3. С. 195–202. DOI: 10.14258/jcrpm.2022.0310885.
3. Арифова З.И., Смыков А.В. Определение качества ягод малины с использованием множественного регрессионного анализа взаимосвязи вкусовых показателей и химического состава // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 77 (5). С. 201–212. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212.
4. Дулов М.И. Биохимический состав плодов смородины // Наукосфера. 2022. № 3-2. С. 153–158.
5. Интегральная оценка ягод и плодов ЦЧР по пищевой ценности / О.М. Блинникова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 3. С. 126–134.
6. Влияние процессов замораживания и последующего хранения на качество ягод крыжовника / О.В. Голуб [и др.] // Индустрия питания. 2022. Т. 7, № 1. С. 14–23. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-2.
7. Öztürk H., Kolak U., Meric C. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *Jurinea consanguinea* DC // Records of Natural Products. 2011. Vol. 5(1). P. 43–51.
8. A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts / N. Cicco [et al.] // Microchemical Journal. 2009. Vol. 91. Iss. 1. P. 107–110. DOI: 10.1016/j.microc.2008.08.011.
9. High fructose intake and adipogenesis / A. Hernández-Díazcorder [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. 2019. Vol. 20(11). P. 2787. DOI: 10.3390/ijms20112787.
10. Исследование компонентов, формирующих органолептические характеристики плодов и ягод / И.М. Почицкая [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 50–61. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-50-61.

11. *Elmowafy E.M., Tiboni M., Soliman M.E.* Bio-compatibility, biodegradation and biomedical applications of polylactic acid / polylactic-co-glycolic acid micro and nanoparticles // *Journal of Pharmaceutical Investigation*. 2019. Vol. 49 (4). P. 347–380.
12. *Головкин А.В.* Янтарная кислота и ее производные как лекарственные средства // *Форсире*. 2022. Т. 5, № S3. С. 436.
13. *Ардатская М.Д.* Роль пищевых волокон в коррекции нарушений микробиоты и поддержании иммунитета // *Русский медицинский журнал*. 2020. Т. 28, № 12. С. 24–29.
14. The effects of polyphenols and other bioactives on human health / *C.G. Fraga [et al.] // Food Function*. 2019. Vol. 10 (2). P. 514528.
15. Role of the encapsulation in bioavailability of phenolic compounds / *J. Grgić [et al.] // Antioxidants*. 2020. Vol. 9. P. 923. DOI: 10.3390/antiox9100923.
16. Flavonoid biosynthetic pathways in plants: Versatile targets for metabolic engineering / *S.M. Nabavi [et al.] // Biotechnology advances*. 2020. Vol. 38. P. 107316. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.11.005.
17. *Тринеева О.В., Рудая М.А., Сливкин А.И.* Исследование профиля флавоноидов плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2020. Т. 20, № 1. С. 79–86. DOI: 10.17308/sorpchrom.2020.20/2382.
18. *Айдын ызы Х., Зульфугарова М.Б.* Антиканцерогенная активность флавоноидов растительного происхождения // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8, № 6. С. 351–363. DOI: 10.33619/2414-2948/79/05.
19. *Громова И.А., Воронина М.С., Макарова Н.В.* Влияние способа обработки на химический состав и антиоксидантную активность ягоды малины // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2021. Т. 23, № 4 (118). С. 388–392.
20. *Евтушенко Е.И.* Биологическая роль макро- и микроэлементов в деятельности нервной системы (аналитический обзор) // *Архив клинической и экспериментальной медицины*. 2021. Т. 30, № 2. С. 188–193.
- Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2022. № 19. S. 6–10.
2. *Abdullina R.G., Pupykina K.A., Balametova R.G.* Biohimicheskij sostav plodov *Lonicera caerulea* L. i ee podvidov pri introdukcii v usloviyah Bashkirskogo Predural'ya // *Himiya rastitel'nogo syr'ya*. 2022. № 3. S. 195–202. DOI: 10.14258/jcprm.20220310885.
3. *Arifova Z.I., Smykov A.V.* Opredelenie kachestva yagod maliny s ispol'zovaniem mnozhestvennogo regressionnogo analiza vzaimosvyazi vkusovyh pokazatelej i himicheskogo sostava // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2022. № 77 (5). S. 201–212. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212.
4. *Dulov M.I.* Biohimicheskij sostav plodov smorodiny // *Naukosfera*. 2022. № 3-2. S. 153–158.
5. Integral'naya ocenka yagod i plodov CChR po pischevoj cennosti / *O.M. Blinnikova [i dr.] // Tehnologii pischevoj i pererabatyvayushej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*. 2020. № 3. S. 126–134.
6. Vliyanie processov zamorazhivaniya i posleduyushego hraneniya na kachestvo yagod kryzhovnika / *O.V. Golub [i dr.] // Industriya pitaniya*. 2022. Т. 7, № 1. S. 14–23. DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-1-2.
7. *Öztürk H., Kolak U., Meric C.* Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *Jurinea consanguinea* DC // *Records of Natural Products*. 2011. Vol. 5(1). P. 43–51.
8. A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts / *N. Cicco [et al.] // Microchemical Journal*. 2009. Vol. 91. Iss. 1. P. 107–110. DOI: 10.1016/j.microc.2008.08.011.
9. High fructose intake and adipogenesis / *A. Hernández-Díazcouder [et al.] // International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20(11). P. 2787. DOI: 10.3390/ijms20112787.
10. Issledovanie komponentov, formiruyuschih organolepticheskie harakteristiki plodov i yagod / *I.M. Pochickaya [i dr.] // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv*. 2019. Т. 49, № 1. S. 50–61. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-1-50-61.
11. *Elmowafy E.M., Tiboni M., Soliman M.E.* Bio-compatibility, biodegradation and biomedical applications of poly(lactic acid)/poly(lactic-co-glycolic acid) micro and nanoparticles // *Jour-*

References

1. *Borodulina I.D., Feopentova I.V.* Biohimicheskij sostav yagod zemlyaniki sadovoj (*Gragaria × ananassa* Duch.) // *Tr. molodyh uchenyh*

- nal of Pharmaceutical Investigation. 2019. Vol. 49 (4). P. 347–380.
12. Golovkin A.V. Yantarnaya kislota i ee proizvodnye kak lekarstvennye sredstva // Forcipe. 2022. T. 5, № S3. S. 436.
 13. Ardatskaya M.D. Rol' pischevyh volokon v korrekcii narushenij mikrobioty i podderzhanii immuniteta // Russkij medicinskij zhurnal. 2020. T. 28, № 12. S. 24–29.
 14. The effects of polyphenols and other bioactives on human health / C.G. Fraga [et al.] // Food Function. 2019. Vol. 10 (2). P. 514528.
 15. Role of the encapsulation in bioavailability of phenolic compounds / J. Grgić [et al.] // Antioxidants. 2020. Vol. 9. P. 923. DOI: 10.3390/antiox9100923.
 16. Flavonoid biosynthetic pathways in plants: Versatile targets for metabolic engineering / S.M. Nabavi [et al.] // Biotechnology advances. 2020. Vol. 38. P. 107316. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2018.11.005.
 17. Trineeva O.V., Rudaya M.A., Slivkin A.I. Issledovanie profilya flavonoidov plodov oblepishi krushinovidnoj razlichnyh sortov metodom tonkoslojnoj hromatografii // Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. 2020. T. 20, № 1. S. 79–86. DOI: 10.17308/sorpchrom.2020.20/2382.
 18. Ajdyn gyzy H., Zul'fugarova M.B. Antikancero-gennaya aktivnost' flavonoidov rastitel'nogo proishozhdeniya // Byulleten' nauki i praktiki. 2022. T. 8, № 6. S. 351–363. DOI: 10.33619/2414-2948/79/05.
 19. Gromova I.A., Voronina M.S., Makarova N.V. Vliyanie sposoba obrabotki na himicheskij sostav i antioksidantnyuyu aktivnost' yagody maliny // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2021. T. 23, № 4 (118). S. 388–392.
 20. Evtushenko E.I. Biologicheskaya rol' makro- i mikro' elementov v deyatel'nosti nervnoj sistemy (analiticheskij obzor) // Arhiv klinicheskoy i `eksperimental'noj mediciny. 2021. T. 30, № 2. S. 188–193.

Статья принята к публикации 01.06.2024 / The article accepted for publication 01.06.2024.

Информация об авторах:

Наталья Леонидовна Наумова¹, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса, профессор кафедры экологии и химической технологии, доктор технических наук, доцент

Юлия Александровна Бец², аспирант

Константин Николаевич Кудрявцев³, доцент кафедры математического обеспечения информационных технологий, кандидат физико-математических наук

Ирина Валерьевна Бобылева⁴, доцент кафедры педагогики и социально-экономических дисциплин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Татьяна Анатольевна Чернова⁵, доцент кафедры педагогики и социально-экономических дисциплин, кандидат исторических наук

Ольга Владимировна Иванова, доцент кафедры педагогики и социально-экономических дисциплин, кандидат педагогических наук

Information about the authors:

Natalia Leonidovna Naumova¹, Leading Researcher at the Laboratory of Advanced Studies of Molecular Mechanisms of Stress, Professor at the Department of Ecology and Chemical Engineering, Doctor of Technical Sciences, Docent

Julia Alexandrovna Bets², Postgraduate student

Konstantin Nikolaevich Kudryavtsev³, Associate Professor at the Department of Mathematical Support of Information Technologies, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Irina Valerievna Bobyleva⁴, Associate Professor at the Department of Pedagogy and Socio-Economic Disciplines, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Tatyana Anatolyevna Chernova⁵, Associate Professor at the Department of Pedagogy and Social and Economic Disciplines, Candidate of Historical Sciences

Olga Vladimirovna Ivanova, Associate Professor at the Department of Pedagogy and Social and Economic Disciplines, Candidate of Pedagogical Sciences