

МРНТИ 65.31.09

Л.А. Каимбаева¹ – основной автор, ©
Н.Б. Исембердиева², Я.М. Узаков³,
Ш.Ы. Кененбай⁴, Ж.М. Сулейменова⁵, А.Н. Есенгазиева⁶



¹Д-р техн. наук, профессор, ²Докторант,
³Академик НАЕН, д-р техн. наук, профессор, ⁴Канд. техн. наук, доцент,
⁵Канд. биол. наук, доцент, ⁶PhD, ст. преподаватель

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-5251-8026> ²<https://orcid.org/0009-0000-8887-7744>
³<https://orcid.org/0000-0002-5462-8261> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0239-9110>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-3996-4777> ⁶<https://orcid.org/0000-0003-2314-2995>



^{1,2,5}Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Казахстан
^{3,4,6}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан



¹kleila1970@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/USNF9989>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ СВЕКОЛЬНОЙ МУКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНОГО КОРМА

Аннотация. Целью настоящего исследования является получение свекольной муки методом дегидратации из свежей свеклы. После этого была проведена оценка пищевой ценности, включая проксимальный и антиоксидантный анализ свекольной муки. Оценено значение экстракта метанола свекольной муки, которое составило 0,012 мг/мл по сравнению со стандартным значением аскорбиновой кислоты 0,007 мг/мл, что указывает на хорошую интенсивность антиоксидантной активности. Установлено общее содержание фенолов, которое составило 66,7 мг/мл, общее содержание флавоноидов – 2,57 мг/мл и количество бетанина – 86 мг/100 г. Выявлено, что свекольная мука, являясь растительным продуктом питания, может обеспечить организм рыб фитохимическими веществами, укрепляющими их здоровье.

Ключевые слова: свекольная мука, антиоксидантная активность, пищевая ценность, фенолы, флавоноиды, бетанин.



Каимбаева, Л.А. Исследование пищевой ценности и антиоксидантных свойств свекольной муки для производства рыбного корма [Текст] / Л.А. Каимбаева, Н.Б. Исембердиева, Я.М. Узаков, Ш.Ы. Кененбай, Ж.М. Сулейменова, А.Н. Есенгазиева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.97-104. <https://doi.org/10.55956/USNF9989>

Введение. В отрасли аквакультуры затраты на корма составляют около 40-50% от общих эксплуатационных расходов, и рыбная мука является основным источником белка, используемым во многих при приготовлении коммерческих кормов для рыб. Известно, что рыбная мука содержит незаменимые аминокислоты, которые необходимы для удовлетворения потребности в белке большинства видов рыб, а также является хорошим источником витаминов и факторов роста. Однако высокая стоимость рыбной

муки в сочетании с ее дефицитом вызвала необходимость заменить ее альтернативными недорогими ингредиентами.

Растительные белки являются потенциальными ингредиентами в качестве альтернативы рыбной муке при приготовлении кормов для рыб. Многие растительные источники достаточно богаты белком и содержат благоприятный набор незаменимых аминокислотный профиль, но в них наблюдается дефицит одной или нескольких незаменимых аминокислот. Некоторые исследования подчеркивают, что смесь растительных источников белка является более подходящей для получения адекватного аминокислотного профиля по сравнению с включением одного источника растительного белка. Сырье растительного происхождения содержит, как правило, клетчатку, в связи с этим у рыб происходит неполное его усвоение. В комбинированные корма растительное сырье вводят в небольшом количестве (2-5%) для того, чтобы усилить перистальтику кишечника. При этом происходит более полное усвоение биологически активных и пищевых веществ комбикорма. В настоящее время в производстве комбинированных кормов для рыб используется мука из водорослей, хвойных деревьев, травы и свеклы.

Свекольная мука изготавливается из свежей свеклы. Свекла (*Beta vulgaris*) представлена несколькими сортами от желтого до красного цвета, но наиболее культивируемой и широко используемой является свекла насыщенного красного цвета [1,2].

Она известна своим богатым содержанием антиоксидантов в виде беталаинов и других фитохимических веществ, обладающих противораковыми и терапевтическими свойствами [3,4].

Свекла содержит биологически активные компоненты, антиоксиданты, включая беталаины, каротиноиды, фенольные соединения и множество других питательных веществ, при этом обеспечивая потребителя меньшим количеством калорий [5,6].

Свекла богата аскорбиновой кислотой, витаминами группы В, железом, кальцием, калием, магнием и натрием [7]. Активная кислотность корнеплодов свеклы имеет небольшое значение. Свекла содержит такие органические кислоты, как щавелевая, яблочная и лимонная. В корнеплодах свеклы содержится большое количество пектиновых веществ. Известно, что пектины имеют свойство защищать организм от влияния радионуклидов и тяжелых металлов, таких как свинец, стронций. Также известно свойство пектинов задерживать развитие патогенных микробов в кишечнике

В свекле имеются азотистые вещества, среди них важную роль играют белки. В свекле содержится полный комплекс незаменимых аминокислот, содержание которых значительно превалирует по сравнению с другими овощами и плодами. Из азотистого соединения бетаин, содержащегося в свекле, в организме образуется холин, предотвращающий жировую трансформацию печени.

В корнеплодах свеклы имеется также в небольших количествах различные витамины. Например, витамин С содержится в количестве 6-14, каротин – 0,012, витамин В1 – 0,021, Витамин В2 – 0,05 мг/100 сырья. В связи с этим, свекла не может иметь весомую роль в обеспечении человеческого организма витаминами.

Свекла содержит в большом количестве соединения калия (285 мг/100 г) и магния (41-44 мг/100 г), в связи с этим ее можно рекомендовать в профилактике и лечении таких заболеваний, как гипертоническая болезнь,

атеросклероз и т.д. Из микроэлементов в свекле следует отметить значительное содержание железа (1450 мкг/100 г сырья) и меди (145 мкг/100 г). Данный факт позволяет определить действенность использования свеклы в качестве средства, влияющего на процесс кроветворения [1,2]. При этом, следует отметить, что свекла в сравнительном аспекте не имеет себе равных среди овощей и плодов, исключая только чеснок.

В свекле содержится также значительное количество йода и марганца. Из микроэлементов также имеются такие минералы, как ванадий, бор, кобальт, литий, молибден, рубидий, фтор, цинк. Содержание цинка значительно превалирует по сравнению с другими овощами и плодами.

Поскольку свекла – скоропортящийся овощ, ее можно обезвоживать, и содержание минералов в ней может количественно увеличиться (особенно железа и кальция) за счет уменьшения массы воды. Хотя при этом происходит определенная потеря антиоксидантов, свекла все же может обладать полезными свойствами наряду со своим качественным розоватым цветом [8].

Целью настоящего исследования является получение свекольной муки методом дегидратации из свежей свеклы и изучение ее пищевой ценности и антиоксидантных свойств. Задачи исследования: провести оценку пищевой ценности свекольной муки; изучить антиоксидантные свойства свекольной муки.

Условия и методы исследования. Данное исследование включало оценку пищевого, антиоксидантного потенциала свекольной муки.

Необходимыми материалами служили свежая свекла для производства муки и химикаты для проведения лабораторных исследований. Работа выполнена на кафедре «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного исследовательского университета.

Создание свекольной муки. Корнеплод свеклы промывали водой, высушивают и нарезают тонкими ломтиками. Нарезанный продукт затем помещали на сетчатую ленту из нержавеющей стали и сушили на коммерческой сушилке с принудительной подачей воздуха при температуре 60°C и относительной влажности 40%. Время сушки составляло 24 часа, а максимальная температура продукта – 60°C. Затем высушенный продукт измельчали с помощью коллоидной мельницы для получения свекольной муки. Влагу в свекольной муке изучали согласно ГОСТ 28561-90. Жир в свекольной муке изучали согласно ГОСТ 8756.21-89. Углеводы и сырая клетчатка изучались по ГОСТ 34844-2022. Белок определяли методом Къельдаля. Железо определяли по ГОСТ ISO 9526-2017. Кальций определяли по ГОСТ 26570-95. Содержание витамина С определяли по ГОСТ 24556-89.

Оценку антиоксидантной активности проводили по DPPH, общее содержание фенолов, общее содержание флавоноидов и бетанину с использованием стандартных методик и оборудования [9-13]. DPPH-метод применяется для определения радикал-удерживающей способности с использованием реактива 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила [11,12].

Результаты исследований и их обсуждение. Химический состав свекольной муки приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав свекольной муки

Нутриенты	Свекольная мука
Влажность (г/100г)	6,25±0,22
Зола, г/100 г	7,76±0,12
Жир, г/100 г	1,56±0,12
Сырая клетчатка, г/100 г	5,1±0,15
Углеводы, г/100 г	76,68±1,2
Белок, г/100 г	1,72±0,25
Железо, мг/100 г	5,16±0,31
Кальций, мг/100 г	171,28±2,26
Витамин С, мг/100 г	4,5±0,32

Анализ химического состава свекольной муки дал следующие значения: 6,25 г влаги, 7,76 г золы, 1,56 г жира, 5,1 г сырой клетчатки, 76,68 г углеводов, 1,72 г белка, 5,16 мг железа, 171,28 мг кальция и 4,5 мг витамина С в 100 г свекольной муки соответственно. Настоящее исследование показало, что свекольная мука является хорошим источником углеводов, сырой клетчатки, железа, кальция и витамина С. Таким образом, она может быть использована в качестве ингредиента в производстве комбинированного корма для рыб.

Антиоксидантный анализ показал хорошую интенсивность антиоксидантной активности в свекольной муке, исследованной методом DPPH, как показано на рисунке 1.

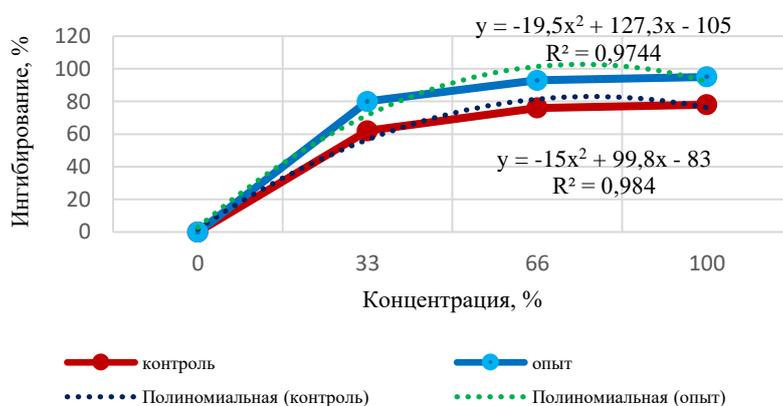


Рис. 1. Радикал-удерживающая способность свекольной муки

Измельченную массу из свеклы, в количестве 12,5 мг, высушивали до постоянной массы при температуре выше 100°C, помещали в мерную колбу, растворяли небольшим количеством метанола.

Далее для экспериментов подготавливали 5 мерных колб, отбирали опытные образцы от 0,1 до 0,5 мл раствора со свекольной мукой и хорошо встряхивали. Содержание флавоноидов изучали по общепринятой методике [2].

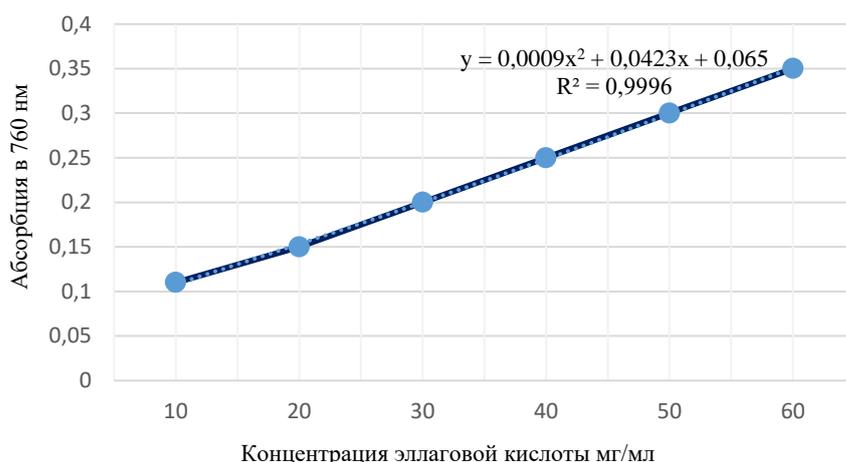


Рис. 2. Калибровочная кривая эллаговой кислоты с общим содержанием фенолов в свекольной муке

На основании измерения оптической плотности опытных образцов строили градуировочный график (рис. 2). На рисунке 2 оценено значение метанольного экстракта свекольной муки, которое составило 0,012 мг/мл по сравнению со стандартным значением аскорбиновой кислоты 0,007 мг/мл, что указывает на хорошую интенсивность антиоксидантной активности. Об этом также свидетельствует общее содержание фенолов, которое составило 66,7 мг/мл, как показано на рисунке 2.

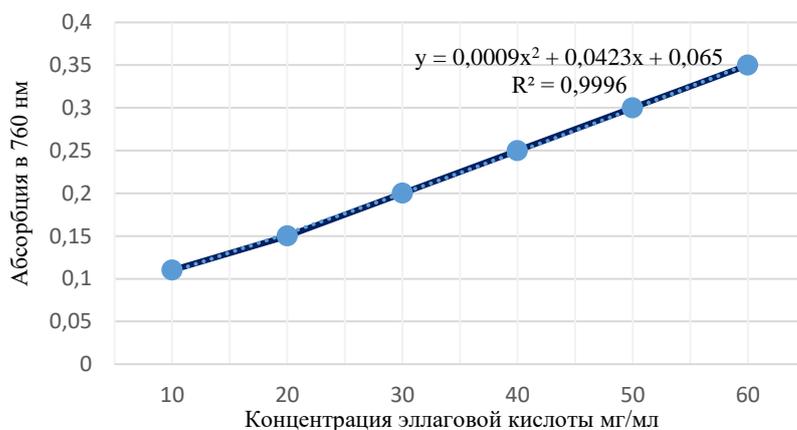


Рис. 3. Стандартная калибровочная кривая с общим количеством флавоноидов в свекольной муке

Общее содержание флавоноидов составило 2,57 мг/мл, как показано на рисунке 3 и бетанина 86 мг/100 г.

Оценено значение экстракта метанола свекольной муки, которое составило 0,012 мг/мл по сравнению со стандартным значением аскорбиновой кислоты 0,007 мг/мл, что указывает на хорошую интенсивность антиоксидантной активности.

Установлено общее содержание фенолов, которое составило 66,7 мг/мл, общее содержание флавоноидов – 2,57 мг/мл и количество бетанина –

86 мг/100 г. Выявлено, что свекольная мука, являясь растительным продуктом питания, может обеспечить организм рыб фитохимическими веществами, укрепляющими их здоровье.

Заключение. Актуальность данного исследования заключалась в определении радикал-удерживающей способности, общего содержания фенолов и флавоноидов в свекольной муке для корма рыб. Сделан вывод, что свекольная мука, будучи растительным продуктом питания, может обеспечить организм рыб фитохимическими веществами, укрепляющими их здоровье.

Список литературы

1. Гаджиева, С.Р. Химический состав, питательная ценность и лечебное применение свеклы [Текст] / С.Р. Гаджиева, Т.И. Алиева, Р.А. Абдуллаев [и др.] // Молодой ученый. – 2015. – №5 (85). – С. 67-69.
2. Алексашина, С.А. Исследование химического состава и антиоксидантной активности моркови, свеклы и тыквы [Текст] / С.А. Алексашина, Н.В. Макарова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – № 6. – С. 29-32.
3. Бриндза, Я. Исследование состава, свойств и антиоксидантной активности активированного сока столовой свеклы (*Beta vulgaris*) [Текст] / Я. Бриндза, Е.А. Кузнецова, О.Ю. Косолапова, С.М. Мотылева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 4(27). – С. 30-35.
4. Гараев, Ы. Химический состав и пищевая ценность свеклы [Текст] / Ы. Гараев, П. Бегджанов, Т. Мырадова // Вестник науки. – 2023. – Т. 2. – №10 (67). – С. 349-352.
5. Аванесов, В.М. Производство свекловичного порошка методом сублимации [Текст] / В.М. Аванесов, Ю.М. Плаксин, А.Н. Стрелюхина, В.А. Ларин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №12. – С. 57-61.
6. Алёшин, В.Н. Исследование качества и пищевой ценности столовой свеклы сорта БОРДО 237 [Текст] / В.Н. Алёшин, Г.А. Купин, Е.Ю. Панасенко, Е.В. Великанова, О.В. Федосеева // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и аспирантов: Научное обеспечение инновационных технологий производства и хранения сельскохозяйственной и пищевой продукции. – [?], 2016. – С. 203-207.
7. Ахияров, Б.Г. Пищевая ценность корнеплодов сортов столовой свеклы [Текст] / Б.Г. Ахияров, А.Ф. Муллояров // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых: Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы. – [?], 2012. – С. 7-8.
8. Смертина, Е.С. Пищевая ценность и использование отходов переработки свеклы столовой [Текст] / Е.С. Смертина, О.Г. Чижикина, С.В. Лим, О.В. Косяченко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – №9. – С. 58-59.
9. Голубкина, Н.А. Антиоксиданты растений и методы их определения [Текст] / Н.А. Голубкина. – М.: Инфра-М, 2020.
10. ГОСТ 28562-90. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ или влаги [Текст]. – Введ. 01.07.91. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.
11. Bandoniene D., Murkovic M. The detection of radical scavenging compounds in crude extract of borage by using an on-line HPLC-DPPH method // J. Biochem. Biophys. – 2002 – Vol. 53 – P. 45-49.
12. Ciz M., Cizová H., Denev P., Kratchanova M., Slavov A., Lojek A. Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables // Food Control. – 2010. – Vol. 21. – P. 518-523.
13. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги [Текст]. – Введ. 01.07.91. – М.: Стандартинформ, 2011. – 11 с.

Материал поступил в редакцию 12.12.24, принят 06.02.25.

Л.А. Қайымбаева¹, Я.М. Ұзақов², Н.Б. Исембердиева¹,
Ш.Ы. Кененбай², Ж.М. Сулейменова¹, А.Н. Есенгазиева²

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

БАЛЫҚ ТАҒАМЫН ӨНДІРУ ҮШІН ҚЫЗЫЛША ҰНЫНЫҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ МЕН АНТИОКСИДАНТТЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл зерттеудің мақсаты – балғын қызылшадан сусыздандыру арқылы қызылша ұнын алу. Осыдан кейін қызылша ұнының проксимальды және антиоксидантты талдауын қоса, тағамдық құндылығын бағалау жүргізілді. Аскорбин қышқылының 0,007 мг/мл стандартты мәнімен салыстырғанда 0,012 мг/мл қызылша ұнының метанол сығындысының мәні бағаланды, бұл антиоксиданттық белсенділіктің жақсы қарқындылығын көрсетеді. Фенолдардың жалпы мөлшері 66,7 мг/мл, флаванондардың жалпы мөлшері 2,57 мг/мл және бетаниннің мөлшері 86 мг/100 г болды. Қызылша ұны өсімдік тағамдық өнім бола отырып, балықтардың денсаулығын нығайтатын фитохимиялық заттармен қамтамасыз ете алатындығы анықталды.

Тірек сөздер: қызылша ұны, антиоксиданттық белсенділік, тағамдық құндылығы, фенолдар, флаванондар, бетанин.

L.A. Kaimbayeva¹, N.B. Isemberdieva¹, YA.M. Uzakov²,
Sh.Y. Kenenbay², J.M. Suleimenova¹, A.N. Essengaziyeva²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

STUDY OF NUTRITIONAL VALUE AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BEETROOT FLOUR FOR FISH FEED PRODUCTION

Abstract. The aim of the present study is to produce beetroot flour by dehydration method from fresh beetroot. This was followed by nutritional evaluation including proximal and antioxidant analysis of beetroot flour. The methanol extract value of beetroot flour was estimated to be 0.012 mg/ml compared to the standard ascorbic acid value of 0.007 mg/ml, indicating good intensity of antioxidant activity. Total phenolic content was found to be 66.7 mg/ml, total flavanoids content was 2.57 mg/ml and betanin amount was 86 mg/100 g. It was found that beetroot meal, being a plant food, can provide fish organism with phytochemicals that enhance their health.

Keywords: beetroot flour, antioxidant activity, nutritional value, phenols, flavonoids, betanin.

References

1. Gadzhiziyeva S.R., Aliyeva T.I., Abdullayev R.A. et al. Khimicheskiy sostav, pitatel'naya tsennost' i lechebnoye primeneniye svekly [Chemical composition, nutritional value and medicinal use of beets] // Young scientist. – 2015. – No. 5 (85). – P. 67-69. [in Russian].
2. Aleksashina S.A., Makarova N.V. Issledovaniye khimicheskogo sostava i antioksidantnoy aktivnosti morkovi, svekly i tykvy [Study of the chemical composition and antioxidant activity of carrots, beets and pumpkin] // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of agricultural raw materials]. – 2016. – No. 6. – P. 29-32. [in Russian].
3. Brindza Ya., Kuznetsova Ye.A., Kosolapova O.YU., Motyleva S.M. Issledovaniye sostava, svoystv i antioksidantnoy aktivnosti aktivirovannogo soka stolovoy svekly

- (Beta vulgaris) [Study of the composition, properties and antioxidant activity of activated juice of table beet (Beta vulgaris)] // Technology and merchandising of innovative food products. – 2014. – No. 4(27). – P. 30-35. [in Russian].
4. Garayev Y., Begdzhanov P., Myradova T. Khimicheskiy sostav i pishchevaya tsennost' svekly [Chemical composition and nutritional value of beets] // Bulletin of Science. – 2023. – Vol. 2. – No. 10 (67). – P. 349-352. [in Russian].
 5. Avanesov V.M., Plaksin YU.M., Strelyukhina A.N., Larin V.A. Proizvodstvo sveklovichnogo poroshka metodom sublimatsii [Production of beet powder using the sublimation method] // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of agricultural raw materials]. – 2015. – No. 12. – P. 57-61. [in Russian].
 6. Aloshin V.N., Kupin G.A., Panasenko Ye.YU., Velikanova Ye.V., Fedoseyeva O.V. Issledovaniye kachestva i pishchevoy tsennosti stolovoy svekly sorta BORDO 237 [Study of quality and nutritional value of table beet variety BORDEAUX 237] // Collection of materials of the III All-Russian scientific and practical conference of young scientists and graduate students: Nauchnoye obespecheniye innovatsionnykh tekhnologiy proizvodstva i khraneniya sel'skokhozyaystvennoy i pishchevoy produktsii [Scientific support of innovative technologies for the production and storage of agricultural and food products]. – [?], 2016. – P. 203-207. [in Russian].
 7. Akhiyarov B.G., Mulloyarov A.F. Pishchevaya tsennost' korneplodov sortov stolovoy svekly [Nutritional value of root crops of table beet varieties] // Materialy V Materials of the V All-Russian scientific and practical conference of young scientists: Molodezhnaya nauka i APK: problemy i perspektivy [Youth science and the agro-industrial complex: problems and prospects]. – [?], 2012. – P. 7-8. [in Russian].
 8. Smertina Ye.S., Chizhikova O.G., Lim S.V., Kosyachenko O.V. Pishchevaya tsennost' i ispol'zovaniye otkhodov pererabotki svekly stolovoy [Nutritional value and use of table beet processing waste] // Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of agricultural raw materials]. – 2004. – No. 9. – P. 58-59. [in Russian].
 9. Golubkina N.A. Antioksidanty rasteniy i metody ikh opredeleniya [Plant antioxidants and methods for their determination]. – Moscow: Infra-M, 2020. [in Russian].
 10. GOST 28562-90. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Refraktometricheskyy metod opredeleniya rastvorimykh sukhikh veshchestv ili vlagi [Processed fruits and vegetables. Refractometric method for determining soluble solids or moisture]. – Introduced. 01.07.91. – Moscow: Standartinform, 2010. – 12 p. [in Russian].
 11. Bandoniene D., Murkovic M. The detection of radical scavenging compounds in crude extract of borage by using an on-line HPLC-DPPH method // J. Biochem. Biophys. – 2002 – Vol. 53 – P. 45-49.
 12. Ciz M., Cizová H., Denev P., Kratchanova M., Slavov A., Lojek A. Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables // Food Control. – 2010. – Vol. 21. – P. 518-523.
 13. GOST 28561-90. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv ili vlagi [Processed fruit and vegetable products. Methods for determination of dry matter or moisture]. – Introduced. 01.07.91. – Moscow: Standartinform, 2011. – 11 p. [in Russian].