МРНТИ 65.53.09 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1595**

# ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СВЁКЛЫ В ВИДЕ КОНЦЕНТРАТА И ПОРОШКА

**[2]Э.К. Окусханова, [1]Ж.С. Есимбеков, [1]А.К. Суйчинов, [1]Г.А. Капашева✉, [2]А.Ш. Кабылкакова**

*[1]Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан,*
*[2]НАО «Шәкәрім Университеті»,Семей, Казахстан*

✉ *Корреспондент-автор:gena.89.89@mail.ru*

В данной исследовательской работе была рассмотрена технология получения натурального красителя из свеклы. Натуральный краситель был приготовлен в двух формах. Они были в виде жидкого концентрата и порошка. В ходе исследования были выявлены физические и органолептические свойства (цвет, запах, вкус и консистенция) полученного продукта, pH и активность воды. Исследование показало, что свекольный порошок обладает очень низкой водной активностью (0,1525). Это говорит о его высокой стабильности и длительном сроке хранения. Жидкий концентрат обладал высокой водной активностью (0,9742). Это указывает на необходимость жестких температур и условий хранения. Два полученных типа красителей имели одинаковые значения pH (5,66 и 5,70). Это показывает их устойчивость. Кроме того, натуральные бетацианиновые пигменты в свекле позволяют красителю дольше сохранять интенсивность цвета. В целом краситель свеклы считается экологически чистой и полезной натуральной добавкой. Его использование в мясных продуктах продлевает срок их хранения и помогает снизить содержание нитритов. Это также показывает, что использование натуральных красителей в продукте увеличивает его биологическую ценность.

**Ключевые слова:** натуральный краситель, свекольный концентрат, свекольный порошок, активность воды, экстракт

# ҚЫЗЫЛША НЕГІЗІНДЕГІ ТАБИҒИ БОЯУДЫ ҚОНЦЕНТРАТ ЖӘНЕ ҰНТАҚ ТҮРІНДЕ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**[2]Э.К. Окусханова, [1]Ж.С. Есимбеков, [1]А.К. Суйчинов, [1]Г.А. Капашева✉, [2]А.Ш. Қабылқакова**

*[1]Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты Семей филиалы, Семей, Қазақстан,*
*[2]«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕҚ, Қазақстан, Семей,*
*e-mail: gena.89.89@mail.ru*

Бұл зерттеу жұмысында қызылшадан табиғи бояғыш алу технологиясы қарастырылды. Табиғи бояғыш екі түрде дайындалып алынды. Олар сұйық концентрат және ұнтақ түрінде болды. Зерттеу барысында алынған өнімнің физикалық және органолептикалық қасиеттері (түсі, иісі, дәмі және консистенциясы), pH және су белсенділігі анықталды. Зерттеу нәтижесінде қызылша ұнтағының су белсенділігі өте төмен екенін көрсетті (0,1525). Бұл оның жоғары тұрақтылығын және ұзақ сақтау мерзімін көрсетеді. Сұйық концентраттың су белсенділігі жоғары болды (0,9742). Бұл қатаң температура мен сақтау шарттарының қажеттілігін көрсетеді. Алынған екі бояғыш түрінің pH мәндері ұқсас болды (5,66 және 5,70). Бұл олардың тұрақтылығын көрсетеді. Сонымен қатар, қызылшадағы табиғи бетацианин пигменттері бояғыштың түс қарқындылығын ұзақ уақыт сақтауға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, қызылша бояғышы экологиялық таза және пайдалы табиғи қоспа болып саналады. Оны ет өнімдерінде қолдану олардың сақтау мерзімін ұзартады және нитриттердің мөлшерін азайтуға көмектеседі. Бұл сонымен қатар өнімде табиғи бояғыштарды қолдану оның биологиялық құндылығын арттыратынын көрсетеді.

**Түйін сөздер:** табиғи бояғыш, қызылша концентраты, қызылша ұнтағы, су активтілігі, экстракт

# TECHNOLOGY FOR OBTAINING NATURAL BEETROOT COLORANT IN THE FORM OF CONCENTRATE AND POWDER

**[2]E.K. Okuskhanova, [1]Zh.S. Yesimbekov, [1]A. K. Suichinov, [1]G. A. Kapasheva✉, [2]A.Sh. Kabyilkakova**

*[1]Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry Semey branch, Semey, Kazakhstan,*
*[2]NJC «Shakarim University», Semey, Kazakhstan,*
*e-mail:gena.89.89@mail.ru*

This research paper examined the technology for obtaining natural dyes from beets. The natural dyes were prepared in two forms. They were in the form of a liquid concentrate and a powder. During the study, the physical and organoleptic properties (color, smell, taste, and consistency), pH and water activity of the resulting product were determined. The results of the study showed that beet powder has a very low water activity (0.1525). This indicates its high stability and long shelf life. The liquid concentrate had a high water activity (0.9742). This indicates the need for strict temperature and storage conditions. The pH values of the two types of dyes obtained were similar (5.66 and 5.70). This indicates their stability. In addition, the natural betacyanin pigments in beets allow the color intensity of the dye to be maintained for a long time. In general, beet dye is considered an environmentally friendly and useful natural additive. Its use in meat products extends their shelf life and helps reduce the amount of nitrites. This also indicates that the use of natural dyes in the product increases its biological value.

**Keywords:** natural colorant, beetroot concentrate, beetroot powder, water activity, extract

**Введение.** Одним из главных показателей качества пищевых продуктов является их цвет. Он определяет качество, свежесть и привлекательность продукта для потребителя. Известно, что цвет влияет не только на первое впечатление, но и на стимуляцию аппетита. Это происходит потому, что он активирует вегетативную нервную систему, связанную с пищеварением [1]. Поэтому обеспечение стабильности и естественности цветовых характеристик является одной из важнейших задач современной пищевой промышленности.

В пищевой промышленности используются натуральные и синтетические красители [2]. Несмотря на эффективность и доступность синтетических добавок, в последние годы возросла обеспокоенность по поводу их безопасности. Данные научных исследований указывают на то, что некоторые синтетические красители могут обладать мутагенным и канцерогенным действием. Поэтому поиск и внедрение натуральных альтернатив является актуальной задачей [3].

Цвет особенно важен в мясных и колбасных изделиях, поскольку потребители напрямую связывают его со свежестью, качеством и вкусом [4]. Натуральные красители, особенно красители растительного происхождения, такие как свекла, паприка, морковь и т. д., считаются безопасной и физиологически ценной альтернативой синтетическим добавкам [5].

Кроме того, особый интерес представляет свекла. Благодаря содержанию природных антиоксидантов - беталаинов, которые придают мясным продуктам насыщенный красный цвет и могут частично заменить содержащиеся в них нитриты [6].

Свекольный сок и порошок богаты беталаинами, фенольными соединениями и неорганическими нитратами. Это помогает продлить срок хранения мясных продуктов, повысить их окислительную стабильность и снизить потребность в синтетических добавках [7].

Несмотря на очевидные преимущества натуральных красителей, их эффективное использование требует совершенствования технологических процессов. Прежде всего, важно обеспечить стабильность цвета при термической обработке, сохранить органолептические свойства и адаптировать красители к технологиям переработки мяса.

Целью работы является получение красителя из свёклы в виде концентрата и порошка, а также оценка его органолептических свойств и возможности применения в пищевых продуктах.

**Материалы и методы**. В качестве объектов исследования в данной работе выступали натуральный концентрат, полученный из столовой свёклы (Beta vulgaris L.), и свекольный порошок. Получение свекольного красителя (концентрат и порошок)

Экстракцию красителя проводили водно-кислотным методом, после чего полученный состав упаривали под вакуумом (рисунок 1). Сырьем служила свежая столовая свёкла, которую предварительно мыли, очищали и измельчали на кубики (размером примерно 5–10 мм).

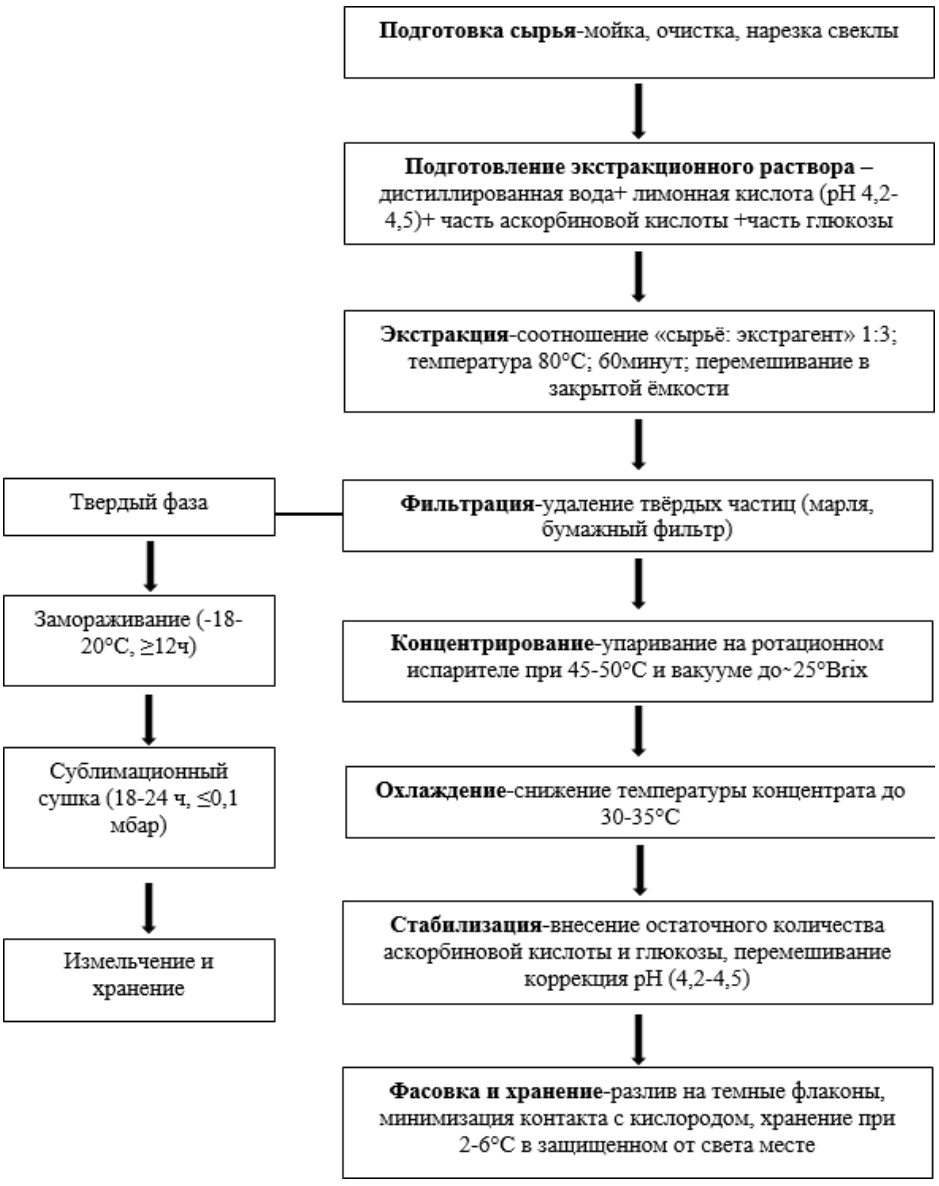



**Рис.1 - Схема получения свекольного красителя в форме концентрата и порошка**

Сам процесс протекал следующим образом:

1. Экстракция: Подготовленное сырье заливали дистиллированной водой в соотношении 1:3. Для стабилизации пигментов (беталаинов) в среду добавляли лимонную кислоту (до достижения pH 4,2–4,5), а также часть аскорбиновой кислоты и глюкозы. Нагрев вели при 80 °C в течение часа, постоянно перемешивая смесь в закрытой емкости, чтобы избежать окисления.

2. Разделение фаз: После завершения экстрак-

ции раствор отделяли от мякоти путем многоступенчатой фильтрации.

3. Получение порошка: Оставшуюся твердую фазу (мякоть) сначала замораживали, а затем подвергали лиофильной (сублимационной) сушке. Высушенный продукт измельчали на лабораторной мельнице до состояния мелкого порошка.

4. Концентрирование: Жидкий экстракт концентрировали на ротационном испарителе. Процесс шел при пониженном давлении до тех пор, пока содержание сухих веществ не достигло 25 °Brix.

На финальном этапе, когда концентрат остывал до 30–35 °C, в него вносили оставшуюся часть глюкозы и аскорбиновой кислоты. Это необходимо для окончательной стабилизации цвета и защиты от окисления. После проверки уровня pH (в пределах 4,2–4,5) готовый концентрат разливали в темную стеклянную тару. Хранение осуществляли при температуре 2–6 °C в защищенном от света месте.

*Определение активности воды.* Определение активности воды (aw)-с использованием прибора LabTouch-aw (Италия) [8].

*Определение pH.* Активную кислотность среды (pH) определяли потенциометрическим методом на приборе pH-метр-Seven2Go$^{TM}$, погружением электрода в раствор с фиксацией значения pH на шкале прибора. Раствор (водную вытяжку) готовили из измельченного продукта с водой (в соотношении 1:10). pH измеряли после настаивания в течение 30 минут при температуре 20$^0$C [9].

*Органолептические показатели* (цвет, запах, вкус, консистенция) определялись в соответствии с методологией органолептического анализа пищевых продуктов согласно ГОСТ ISO 6658-2016 [10].

*Статистический анализ.* Все экспериментальные исследования проводились как минимум в трехкратной повторности (n=3). Обработку результатов измерений осуществляли с помощью программы Microsoft Excel 2016. Для оценки достоверности различий применялся t-критерий Стьюдента. Результаты анализов считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Данные в таблицах представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

**Обсуждение и результаты.** Изучение активности воды и pH свекольного концентрата и порошка. На первоначальном этапе был исследована активность воды и pH свекольного концентрата и порошка.

**Таблица 1 - Результаты измерения активности воды и уровня pH**

| Показатель | Свекольный концентрат | Свекольный порошок |
|---|---|---|
| Активность воды | 0,9742±0,03 | 0,1525±0,004 |
| pH | 5,66±0,15 | 5,70±0,15 |

Одинаковые индексы над значениями обозначают отсутствие статистически значимых различий по строке, p>0.05

При анализе образцов было установлено, что активность воды в концентрате достигает 0,9742, тогда как для порошка она значительно ниже 0,1525. Это указывает о различиях в содержании влаги между двумя формами продукта. Значения pH у концентрата и порошка практический совпадают 5,66 и 5,70 соответственно (таблица 1).

В исследуемых образцах дополнительно оценивались органолептические показатели свекольного концентрата и порошка (таблица 2). Концентрат имеет насыщенный бордово-красный цвет, а также прозрачную, однородную структуру, ярко выраженный свекольный аромат без посторонних запахов, слегка сладковатый вкус и густую, вязкую консистенцию.

Свекольный порошок отличается бордово-красновато-коричневым равномерным цветом, а также лёгким свекольным ароматом, нейтральным вкусом и сухой, сыпучей и хорошо измельчённой консистенцией. В целом оба образца отвечают основным органолептическим требованиям, предъявляемым к натуральным пищевым красителям, и могут использоваться в пищевой промышленности.

**Таблица 2 - Органолептические показатели свекольного концентрата и порошка**

| Показатель | Свекольный концентрат | Свекольный порошок |
|---|---|---|
| Цвет | Насыщенный бордово-красный, прозрачный, однородный | Бордово-красновато равномерный |
| Запах | Свекольный, без посторонних запахов | Свекольный, слегка выраженный, характерный запах |
| Вкус | Свекольный, слегка сладковатый, без постороннего вкуса | Свекольный, нейтральный |
| Консистенция | Густая, вязкая жидкость | Сыпучий, сухой порошок, хорошо измельчённый |

**Результаты и обсуждение.** Сравнительный анализ полученных данных показывает, что технологическая форма красителя (концентрат или порошок) определяет его физико-химический профиль. Ключевое различие наблюдается в показателях активности воды. Если в жидком концентрате значение достигает 0,9742, то в порошке оно снижается до 0.1525. Столь глубокая дегидратация при получении порошка не только обеспечивает микробиологическую инертность продукта, но и значительно пролонгирует сроки его хранения без потери качества. Интересно рассмотреть динамику pH. Несмотря на кардинально разные агрегатные состояния, значения pH обеих форм остались в узком диапазоне (5,66-5,70). Это подтверждает стабильность кислотно-основного баланса системы в процессе переработки. Наши выводы в этом аспекте соотносятся с теорией Новайс С. (2022) [2], который указывает на критическую роль стабильного pH для «выживаемости» растительных пигментов. Однако стоит отметить отклонение от данных Шакира В. К. (2024), который заявляет о типичном pH свекольного экстракта на уровне 6,1-6,6 [11]. В нашем эксперименте показатели оказались ниже (5,66-5,70). Мы связываем это с особенностями авторской методики: введением лимонной кислоты на этапе экстракции для стабилизации беталаинов. Такая корректировка pH позволила нам войти в оптимальный диапазон устойчивости пигментов (3,7-8,2), описанный в работах Чесноковой Н. Ю. и соавт. (2023) [12]. С практической точки зрения, высокая активность воды в концентрате диктует необходимость жесткого контроля температурных режимов при хранении (2-6 °C), так как такая среда потенциально уязвима для микрофлоры. В то же время порошковая форма добавки характеризуется высокой устойчивостью к воздействию внешних факторов. Таким образом, выбор между концентратом и порошком должен основываться на конкретных задачах производства. Если концентрат выигрывает в органолептической яркости, то порошок является более технологичным решением для длительного использования в составе мясных рецептур с целью частичной замены нитритов.

Высокая стабильность разработанной порошковой формы красителя при длительном хранении теоретически объясняется крайне низким показателем активности воды (0,1525). Такой уровень влаги критически снижает вероятность микробиологической порчи и замедляет окисли-

тельные процессы пигментов в различных пищевых системах. Тем не менее, для экспериментального подтверждения долгосрочной устойчивости красителя непосредственно в мясных изделиях требуется проведение отдельного комплекса биохимических и микробиологических тестов, что станет предметом наших следующих исследований.

**Выводы.** В ходе экспериментов было установлено, что показатель pH свекольного концентрата составил 5,66, а порошок 5,70. Это значит, что уровень кислотности практически не меняется при переходе от жидкой формы к порошковой. Также, можно говорить о стабильности продукта при процессах сушки и сгущения. Полученные значения pH находятся в пределах, при которых бетацианиновые пигменты сохраняют свою устойчивость. Поэтому цвет красителя остается насыщенным.

Порошковая форма отличилась низкой активностью воды, что обеспечивает ей хорошую сохранность при длительном хранении. Концентрат имел более выраженные органолептические качества приятный вкус и аромат. С учетом этих свойств обе формы могут успешно применяться в мясоперерабатывающей промышленности: они не только улучшают цвет готовых изделий, но и позволяют сократить использование нитритов в рецептуре. В дальнейших исследованиях планируется проведение расширенных промышленных испытаний в условиях реального мясоперерабатывающего производства для оценки долговременной стабильности пигментов в мясной продукции, а также комплексная оценка экономической эффективности внедрения данной технологии.

***Финансирование.*** *Материалы подготовлены в рамках научно-технической программы BR24892775 Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы.*

**Литература**

1. Patel K.S. Carcinogenic Potential of Synthetic Food Dyes and Safer Alternatives: A Detailed Review of Risks, Mechanisms, and Natural Substitutes for the Food Industry // International Journal of Pharmaceutical Research and Applications. -2025. -Vol.10(1). - P.16-18. DOI 10.35629/4494-10011618.

2. Novais C., Adriana K Molina, et al. Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge // Journal of agricultural and food chemistry. -2022. -Vol.70(9). - P.2789-2805. DOI 10.1021/acs.jafc.1c07533.

3. Mark D. Miller, Craig Steinmaus, Mari S. Golub, et al. Potential impacts of synthetic food dyes on activity and attention in children: a review of the human and animal evidence//Environmental Health. -2022.-Vol.21(45). DOI 10.1186/s12940-022-00849-9.

4. Maddison T. Corlett, David W. Pethick, et al. Consumer perceptions of meat redness were strongly influenced by storage and display times//Foods. -2021.-Vol.10(3): 540. DOI 10.3390/foods10030540.

5. Khalil S., Laaraj S. Firdous N, et al. Extraction and Analysis of Natural Color from Beetroot (Beta vulgaris L.) Using Different Techniques, and Its Utilization in Ice Cream Manufacturing//Food Science & Nutrition. -2025. -Vol.13(4): e70167. DOI 10.1002/fsn3.70167.

6. Jin S.K., Choi J.S, Moon S.S., et al. The assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage//Korean journal for food science of animal resources. -2014.-Vol.34(4). -P.472-481. DOI10.5851/kosfa.2014.34.4.472.

7. Aykın-Dinçer E., Keziban Kubra Gungor, et al. The use of beetroot extract and extract powder in sausages as natural food colorant // International Journal of Food Engineering. -2021.-Vol.17(1). - P.75-82. DOI 10.1515/ijfe-2019-0052.

8. ГОСТ ISO 21807-2015. Микробиология пищевой продукции и кормов. Определение активности воды/ М.: Стандартинформ. -2016. -URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754690.pdf.

9. СТ РК ИСО 2917-2009. Мясо и мясные продукты. Определение pH. Контрольный метод/Астана: Госстандарт Республики Казахстан. -2010.

10. ГОСТ ISO 6658-2016. Органолептический анализ. Методология. Общее руководство/М.: Стандартинформ. -2016.

11. Shakir B. K., Simone V. Estimation of betalain content in beetroot peel powder // Italian Journal of Food Science. -2024. -Vol.36(1). - P.53- 57. DOI10.15586/ijfs.v36i1.2438.

12. Чеснокова Н.Ю., Кузнецова А.А., Левочкина Л.В., Тарабаев М.А. и др. Свойства и применение беталаинового красителя, выделенного из районированного сорта свеклы столовой//Аграрная наука. -2023. -№.9.- С. 185-190. DOI 10.32634/0869-8155-2023-374-9-185-190.

**References**

1. Patel K.S. Carcinogenic Potential of Synthetic Food Dyes and Safer Alternatives: A Detailed Review of Risks, Mechanisms, and Natural Substitutes for the Food Industry // International Journal of Pharmaceutical Research and Applications. -2025. -Vol.10(1). - P.16-18. DOI 10.35629/4494-10011618.

2. Novais C., Adriana K Molina, et al. Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge // Journal of agricultural and food chemistry. -2022. -Vol.70(9). - P.2789-2805. DOI 10.1021/acs.jafc.1c07533.

3. Mark D. Miller, Craig Steinmaus, Mari S. Golub, et al. Potential impacts of synthetic food dyes on activity and attention in children: a review of the human and animal evidence//Environmental Health. -2022.-Vol.21(45). DOI 10.1186/s12940-022-00849-9.

4. Maddison T. Corlett, David W. Pethick, et al. Consumer perceptions of meat redness were strongly influenced by storage and display times//Foods. -2021.-Vol.10(3): 540. DOI 10.3390/foods10030540.

5. Khalil S., Laaraj S. Firdous N, et al. Extraction and Analysis of Natural Color from Beetroot (Beta vulgaris L.) Using Different Techniques, and Its Utilization in Ice Cream Manufacturing//Food Science & Nutrition. -2025. -Vol.13(4): e70167. DOI 10.1002/fsn3.70167.

6. Jin S.K., Choi J.S, Moon S.S., et al. The assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage//Korean journal for food science of animal resources. -2014.-Vol.34(4). -P.472-481. DOI10.5851/kosfa.2014.34.4.472.

7. Aykın-Dinçer E., Keziban Kubra Gungor, et al. The use of beetroot extract and extract powder in sausages as natural food colorant // International Journal of Food Engineering. -2021.-Vol.17(1). - P.75-82. DOI 10.1515/ijfe-2019-0052. [in Russian]

8. GOST ISO 21807-2015. Mikrobiologija pishhevoj produkcii i kormov. Opredelenie aktivnosti vody/ M.: Standartinform. -2016. -URL: https://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754690.pdf.

9. ST RK ISO 2917-2009. Mjaso i mjasnye produkty. Opredelenie rN. Kontrol’ nyj metod/Astana: Gosstandart Respubliki Kazahstan. -2010. [in Russian]

10. GOST ISO 6658-2016. Organolepticheskij analiz. Metodologija. Obshhee rukovodstvo/M.: Standartinform. -2016. [in Russian]

11. Shakir B. K., Simone V. Estimation of betalain content in beetroot peel powder // Italian Journal of Food Science. -2024. -Vol.36(1). - P.53- 57. DOI10.15586/ijfs.v36i1.2438.

12. Chesnokova N.Ju., Kuznecova A.A., Levochkina L.V., Tarabaev M.A. i dr. Svojstva i primenenie betalainovogo krasitelja, vydelennogo iz rajonirovannogo sorta svekly stolovoj//Agrarnaja nauka. -2023. -№.9.- S.185-190. DOI 10.32634/0869-8155-2023-374-9-185-190. [in Russian]

***Сведения об авторах***

Окусханова Э.К.- PhD, ассоциированный профессор, НАО «Шәкәрім Университет», Семей, Казахстан, e-mail: eokuskhanova@gmail.com;

Есимбеков Ж. С.- PhD, ассоциированныйпрофессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей Казахстан, ,e-mail: ezhanibek@mail.ru;

Суйчинов А.К.- PhD, ассоциированный профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан, e-mail: asuychinov@gmail.com;

Капашева Г. А.-магистр технических наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Казахстан, Семей, e-mail: gena.89.89@mail.ru;

Кабылкакова А. М.-магистрант НАО «Шәкәрім Университет», Семей, Казахстан, e-mail: k-ayazhan02@mail.ru.

***Information about the authors***

Okuskhanova E. K.- PhD, Associate Professor, NJC «Shakarim University», Semey,Kazakhstan, e-mail: eokuskhanova@gmail.com;

Yessimbekov Z.S - PhD, assoc. Professor, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry Semey Branch, Semey, Kazakhstan, e-mail: ezhanibek@mail.ru;

Suychinov A. K.- PhD, Associate Professor, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry Semey Branch, Semey Kazakhstan, e-mail: asuychinov@gmail.com;

Kapasheva G..A.- Master of Technical Sciences, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry Semey Branch, Semey, Kazakhstan, e-mail: gena.89.89@mail.ru;

Kabylkakova A.M.-master’ s student, NJC «Shakarim University», Semey, Kazakhstan, e-mail: k-ayazhan02@mail.ru