



## РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Научная статья

4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)

УДК663.479.1

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.001

EDN: IODZSN

### КВАС БРОЖЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕКОЛЬНОГО СОКА КАК ИСТОЧНИКА БЕТАЛАИНОВ

Виктория Петровна Вистовская<sup>1</sup>, Виктория Игоревна Захарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

<sup>1</sup> vpvist@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0606-4599>

<sup>2</sup> Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

<sup>2</sup> victoriazakharov4@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5441-6717>

**Аннотация.** В исследовании изучали динамику содержания беталаинов в свекольном соке, квасном сусле и квасе в зависимости от различных технологических факторов. Объектами исследования являлись свекольный сок, полученный из бланшированных (70 °C 2 мин) и небланшированных корнеплодов свеклы столовой сорта Бордо 237, квасное сусло (КС) с массовой долей сока свеклы 5, 10 и 15 % от сухих веществ (СВ) квасного сусла, готовый квас. Брожение инициировали дрожжами *S. cerevisiae* (штамм Mead BVG-08), а также закваской, содержащей, дрожжи и молочнокислые бактерии (*L. casei*, *L. acidophilus*). В ходе исследования было установлено, что предварительное бланширование сырья положительно повлияло на сохранность беталаинов в соке, снижая скорость их разрушения в 2 раза; потери фракции бетацианинов в ходе хранения составляли около 3 %, в отличие от образцов, полученных из сырой свеклы; на содержание бетаксантинов при хранении процесс термообработки не влиял.

Убыль беталаинов в квасном сусле и при дрожжевом, и при комбинированном брожении имела однообразный характер. При добавлении сока в размере 5 % от СВ КС доля беталаинов уменьшалась на 15,5 %, при использовании 10 % от СВ КС – на 54 %, при – 15 % – на 50 %.

Процесс брожения в образцах с соком характеризовался меньшей интенсивностью, чем в контрольных. При использовании комбинированной закваски показатель кислотности достигал необходимого уровня через 14 ч, в отличие от квасного сусла, сбраженного только дрожжами где уровень необходимой кислотности достиг через 19 ч. Дегустационная оценка позволила выбрать 2 образца, обладавшие оригинальным цветом и приятным привкусом свеклы, с внесением свекольного сока 5 % и 10 %, набрав 14 и 13 баллов, соответственно.

**Ключевые слова:** квас брожения, свекольный сок, квасное сусло, беталаины, бетацианины, бетаксантин, технология.

**Для цитирования:** Вистовская В. П., Захарова В. И. Квас брожения с добавлением свекольного сока как источник беталаинов // Ползуновский вестник. 2025. № 4, С. 7–12. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.001. EDN: <https://elibrary.ru/IODZSN>.

Original article

### FERMENTED KVASS WITH BEETROOT JUICE AS A BETALAIN SOURCE

Viktoria P. Vistovskaya<sup>1</sup>, Viktoria I. Zakharova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

<sup>1</sup> vpvist@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0606-4599>

<sup>2</sup> Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia

<sup>2</sup> victoriazakharov4@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-5441-6717>

**Abstract.** The study examined the changes in betalain contents of beetroot juice, kvass wort and finished kvass with time under various technological factors. The subject of the study comprised beetroot juice obtained from blanched (at 70 °C for 2 minutes) and non-blanching Bordeaux 237 table beet taproots, kvass wort with beetroot juice representing 5, 10 and 15 % of the dry solids weight, and the finished kvass. Fermentation was initiated with *S. cerevisiae* yeast (strain Mead BVG-08) and a starter containing yeast and lactic acid bacteria (*L. casei*, *L. acidophilus*). The study showed that preliminary blanching of raw material had a positive impact on betalain preservation in the juice, reducing betalain degradation speed in half. Betacyanin fraction loss in the course of storage amounted to about 3 %, in contrast to the samples obtained from raw beetroot. Heat processing while stored had no effect on betaxanthin contents.

© Вистовская В. П., Захарова В. И., 2025

*Identical patterns were noticed in the decline of betalains in kvass wort under yeast fermentation and combined fermentation. When a portion of juice amounting to 5 % of kvass wort dry solids weight was introduced, the betalain ratio decreased by 15.5 %, by 54 % when a 10 % portion was added, and by 50 % in case of a 15 % portion.*

*The fermentation procedure was shown to be less intense in the samples with juice than in the control samples. When a combined fermentation starter was used, the pH value reached the required level in 14 hours, while kvass wort under yeast fermentation reached the same level in 19 hours. Tasting allowed us to select 2 samples characterized by a distinctive color and a palatable beetroot flavor, namely those with 5 % and 10 % beetroot juice, which scored 14 and 13 points respectively.*

**Keywords:** fermented kvass, beetroot juice, betalains, betacyanins, betaxanthins, technology.

**For citation:** Vistovskaya, V.P. & Zakharova, V.I. (2025). Fermented kvass with beetroot juice as a betalain source. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 7-12. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.04.001. EDN: <https://elibrary.ru/IODZSN>.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции в пищевой промышленности ориентированы на расширение сырьевой базы за счет растительного сырья, что говорит о стремление к созданию продуктов с улучшенными органолептическими и физиологическими качествами.

Научные исследования подтверждают перспективность применения различных групп альтернативного сырья, в том числе овощных компонентов (столовая свекла, тыква), богатых бетанинами (40–60 мг/100 г), каротиноидами (до 15 мг).

Традиционно квас производится из зерновых продуктов, однако расширение сырьевой базы за счет овощных компонентов, в частности свеклы и свекольного сока, позволяет создавать продукты с новым органолептическим профилем и улучшенной пищевой ценностью [1, 2].

Свекла (*Betavulgaris L.*) является одной из наиболее распространенных овощных культур в России, что делает ее экономически выгодным сырьем для пищевой промышленности. Корнеплоды содержат до 18 % сухих веществ, 11–12 % сахаров, витамин С, В1, В2, Р каротин. Особую ценность представляют биологически активные соединения свеклы: беталайны (151–859 мг/100 г), фенольные соединения (9,2–18,1 мг/дм<sup>3</sup>) и пектиновые вещества.

Свекольный сок характеризуется типичным «землистым» вкусом и ароматом, что обусловлено комплексом органических соединений. Исследования показали, что кислотность свекольного сока составляет 1,2–2,0 мл 0,1 н NaOH/100 мл, pH варьирует от 5,9 до 6,6, содержание сухих веществ – 6,0–12,1 %. Органические кислоты в свекольном соке представлены преимущественно: щавелевой (0,9–1,5 г/дм<sup>3</sup>); яблочной (0,5–1,2 г/дм<sup>3</sup>); лимонной (0,7–1,0 г/дм<sup>3</sup>).

Беталайны – водорастворимые пигменты, содержащиеся в вакуолях растений порядка *Caryophyllales* и в грибах родов *Amanita*, *Hygrocybe* и *Hygrophorus*. Беталаминовая кислота входит в состав всех беталайнов. Тип заместителя беталаминовой кислоты определяет класс беталайнов. Бетацианины (от красноватого до фиолетового цвета) содержат остаток цикло-3,4-дигидроксифенилаланина (цикло-ДОФА), а бетаксантины (от жёлтого до оранжевого цвета) содержат различные остатки аминокислот или аминов. Наиболее распространённым бетацианином является бетанин (свекольный красный), содержащийся в красной свёкле *Betavulgaris*, который представляет собой глюкозид бетанидина. Эти соединения способствуют улучшению усвоения белка, снижению артериального давления, нормализации жирового обмена. Пектиновые вещества свеклы оказывают детоксицирующее действие, связывая и выводя из

организма тяжелые металлы и радиоактивные элементы, а также способствуют снижению уровня холестерина [3].

Цель данной работы – изучение динамики содержания беталайнов и их фракций в свекольном соке, квасном сусле и готовом продукте в зависимости от различных технологических факторов.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использовали корнеплоды свеклы столовой сорта Бордо 237, выращенные в Алтайском крае (ООО «Русский овощ»), купленные в розничной сети с марта по май.

Объектами исследования являлись соки из сырой и бланшированной свеклы, квасы брожения без внесения и с внесением свекольного сока в различных дозах 5 %, 10 %, 15 % от сухих веществ готового сусла. В качестве закваски для квасов использовали дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (штамм Mead BVG-08) и молочнокислые бактерии (*L. casei*, *L. acidophilus*). Используемый штамм дрожжей характеризуется толерантностью к алкоголю до 18 %, температурой брожения в диапазоне от 15 до 30 °C и верховым типом брожения.

При исследовании свекольного сока применяли следующие методы определения: растворимых сухих веществ (ГОСТ 34128-2017); кислотности с использованием pH-метра (ГОСТ 34127-2017) с пересчетом на щавелевую кислоту, как преобладающую в свекле (5–6 г/100 г); фракционного состава и суммарного содержания беталайнов.

Сущность метода количественного определения беталайнов состояла в измерении оптической плотности раствора, содержащего беталайны, предварительно экстрагированного 2 % раствором муравьиной кислоты. Беталайны определяли спектрофотометрическим методом при разных длинах волн, при которых соответствующие пигменты имеют максимум поглощения, 535 нм – для бетацианинов и 469 нм – для бетаксантинов. При определении концентрации красящих веществ раствором сравнения являлась 2 % муравьиная кислота. Для исследования отбирали аликвоту в объеме 1 мл свекольного сока и доводили в мерной колбе до 50 мл раствором сравнения [4].

При получении готового напитка опирались на модифицированную рецептуру кваса «для горячих цехов». Процесс брожения квасного сусла проводили при температуре 28 °C с использованием дрожжей и молочнокислых бактерий, определяя показатель кислотности каждые 2 часа. В качестве показателей, характеризующих процесс брожения и готовый продукт, применяли методы определения: массовой доли спирта дистилляционным методом (ГОСТ 6687.7-88); растворимых сухих веществ – рефрактометрическим

# КВАС БРОЖЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕКОЛЬНОГО СОКА КАК ИСТОЧНИКА БЕТАЛАИНОВ

методом (ГОСТ 6687.2-90); кислотности – (ГОСТ 6687.4-86).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Свекольный сок получали двумя способами. Первый способ включал использование сырой свеклы, с последующим получением сока в соковыжималке (DEX-PJR-1000), во втором способе свеклу предварительно бланшировали, с последующим получением сока.

Перед получением сока проводили мойку, инспекцию и необходимую зачистку клубней свеклы, с последующим бланшированием части свеклы при температуре 70 °C в течение 2 мин.

Таблица 1 – Выход и физико-химические показатели свекольного сока в зависимости от способа обработки сырья

Table 1 – Quantity output and physicochemical indicators of beet juice depending on the method of processing raw materials

Способ получения сока	Количество сырья, г	Выход свекольного сока, мл	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Титруемая кислотность, %
Сырая	500,0	225	8,0	0,06
Бланшированная	500,0	215	8,2	0,05

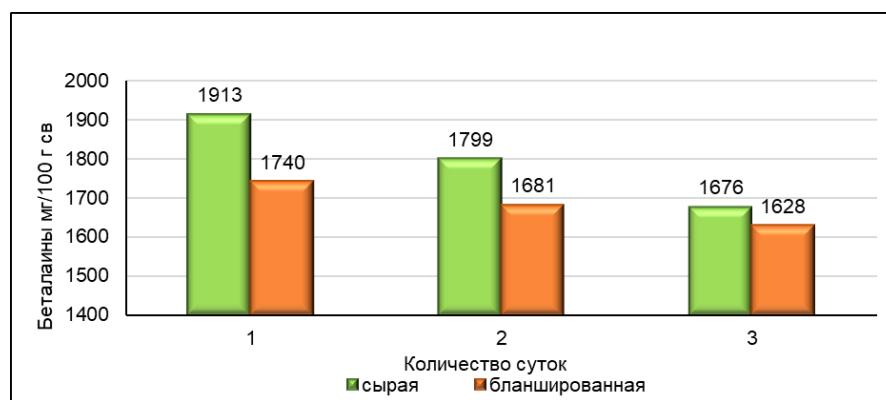


Рисунок 1 – Динамика содержания беталаинов в свекольном соке в течение 3-х суток

Figure 1 – Dynamics of betalain content in beet juice during 3 days

Предварительная обработка свеклы при температуре 70 °C в течение 2 мин вызывает инактивацию глюкозидаз, пероксидаз и полифенолоксидаз, определяющих, в свою очередь, деградацию беталаинов (рисунок 1).

Известно, что беталаины свеклы очень лабильны и легко разрушаются под воздействием различных технологических факторов, что неизбежно приводит к значительным их потерям [3, 5, 6].

Содержание бетацианинов в соке из сырой свеклы в течение 3 суток уменьшается на 170 mg/100 g CB, в соке из бланшированной свеклы количество бетацианинов за этот же период уменьшается на 40 mg/100 g CB, что подтверждает инактивацию ферментов, действующих на бетацианины (рисунки 2, 3).

Несмотря на меньший количественный выход бетацианинов после бланширования свеклы, их потери в ходе хранения составляют около 3 %, в отличие от образцов, полученных из сырой свеклы, где снижение исчисляется 13 % от первоначального содержания.

Влияние термообработки на содержание бетаксантинов имеет неоднозначный характер, так в обоих исследуемых образцах сока их количество уменьшилось примерно на 70 mg/100 g CB, что соответствует около 13 % потерь (рисунки 2, 3).

Анализ результатов исследований, представленных в таблице 1, указывает на отсутствие значимых различий между показателями таких физико-химических характеристик, как массовая доля растворимых сухих веществ и титруемой кислотности. Вместе с тем в соках, полученных из бланшированной свеклы в первые сутки, количество беталаинов меньше (1740 mg/100 g сухих веществ (далее СВ)), чем в соке из сырой свеклы (1913 mg/100 g СВ), но в процессе хранения (при температуре 8 °C) в течение 3 суток они разрушаются.

В процессе хранения соков уменьшение содержания беталаинов имеет линейный характер, но в случае использования предварительного этапа бланширования скорость падения концентрации в 2 раза ниже.

Table 2 – Dynamics of the content of betacyanins and betaxanthines in raw beet juice



Рисунок 2 – Динамика содержания бетацианинов и бетаксантинов в соке из сырой свеклы

Figure 2 – Dynamics of the content of betacyanins and betaxanthines in raw beet juice



Рисунок 3 – Динамика содержания бетацианинов и бетаксантинов в соке из бланшированной свеклы

Figure 3 – Dynamics of betacyanins and betaxanthines in blanched beet juice

В дальнейших исследованиях при получении свекольного сока использовали бланширование как необходимый технологический этап, обеспечивающий наименьшие потери беталаинов и возможность дальнейшего кратковременного хранения.

В качестве сырьевых компонентов для приготовления квасного сусла использовали: сахарный сироп, с массовой долей сухих веществ 65 %, дрожжи сущеные (*Saccharomyces cerevisiae* (штамм Mead BVG-08)), концентрат квасного сусла, с массовой долей сухих веществ 70 %, молочнокислые бактерии (*L. casei*, *L. acidophilus*).

Опытные образцы квасного сусла получали путем добавления свекольного сока с заменой 5 %, 10 % и 15 % растворимых сухих веществ. Контрольным образцом являлось квасное сусло без добавления свекольного сока. Кроме того, опытные и контрольные образцы сбраживались двумя способами: 1 – только с использованием дрожжей; 2 – с дрожжами и молочнокислыми бактериями.

Массовая доля растворимых сухих веществ сусла до брожения составляла 4 %.

В ходе брожения анализировали динамику нарастания кислотности.

Спустя 2 ч кислотность образцов с использованием дрожжей и комбинированной закваски дрожжей с молочнокислыми бактериями была одинакова и составляла 0,3 к.ед. В опытных образцах в промежутке с 4 до 9 ч происходило нарастание кислотности на 0,4 к.ед. (рисунки 4, 5).

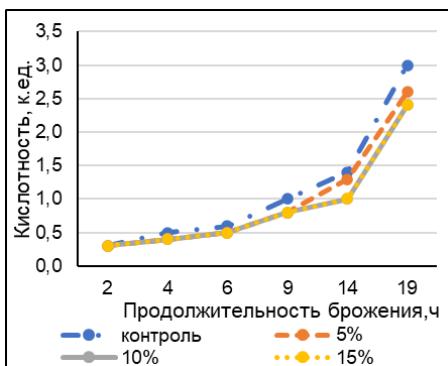


Рисунок 4 – Динамика кислотности образцов квасного сусла с использованием дрожжей

Figure 4 – Dynamics of acidity of leavened wort samples using yeast

Спустя 14 ч образцы кваса с добавлением дрожжей и молочнокислых бактерий достигали следующих показателей кислотности: контроль – 2,9 к.ед.; 5 % – 2,5 к.ед.; 10 % и 15 % – 2,4 к.ед. В образцах кваса с использованием только дрожжей кислотность, соответствующая значению 2,4 к.ед., достигала спустя 19 ч брожения. Однако требование по нарастанию кислотности до значения 2 к.ед. за минимальное время проведения процесса сбраживания, составляющее 10 ч, исследуемые образцы не удовлетворяли.

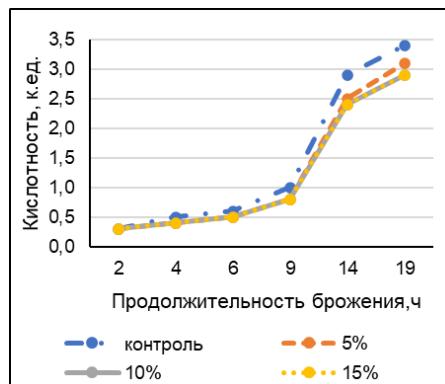


Рисунок 5 – Динамика кислотности с использованием комбинированной закваски

Figure 5 – Dynamics of acidity using combined starter culture

Нарастание кислотности в контрольных образцах квасного сусла (без свекольного сока) было быстрее в случае брожения только с дрожжами и в случае брожения с добавлением дрожжей и молочнокислых бактерий, в отличие от опытных образцов.

Данное различие контрольных и опытных образцов в динамике кислотности связано с тем, что беталаины обладают антиокислительными свойствами, угнетающими действие на клетки дрожжей, замедляя их метаболические процессы. Поэтому в образцах, где использовали дрожжи без добавления молочнокислых бактерий, брожение заняло больше времени (рисунки 4, 5).

В таблицах 2 и 3 представлены физико-химические показатели сбраженного сусла до купажирования с дрожжами и с комбинированной закваской. Образцы со свекольным соком при использовании комбинированной закваски различались по кислотности на 0,5 к.ед. в сравнении с образцами, в которых использовались только дрожжи. Остальные показатели значимых различий не имели.

Убыль беталаинов в ходе и дрожжевого, и комбинированного брожений имела однообразный характер. Так, при добавлении свекольного сока в размере 5 % от СВ доля исследуемых компонентов уменьшилась на 15,5 %, при использовании 10 % свекольного сока – на 54 %, 15 % – на 50 %. Снижение доли внесенных беталаинов в ходе брожения можно объяснить действием оксидоредуктаз микроорганизмов.

После купажирования квасного сусла сахарным сиропом и ККС до соответствующего показателя массовой доли сухих веществ все показатели соответствовали ГОСТ 31494-2012.

При дегустационной оценке исследуемых образцов за основу принимали дегустационный лист, разработанный ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности [7].

## КВАС БРОЖЕНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ СВЕКОЛЬНОГО СОКА КАК ИСТОЧНИКА БЕТАЛАИНОВ

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов квасного сусла с дрожжами

Table 2 – Physical and chemical parameters of samples of kvass wort with yeast

Наименование образца	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Кислотность, к.ед.	Массовая доля спирта, %	Беталаины, мг/100 г СВ	
				Бетацианины	Бетаксантини
Контроль	1,9	3,0	0,03	–	–
5 %	2,2	2,6	0,02	66,6	6,6
10 %	2,1	2,4	0,02	66,6	13,3
15 %	2,1	2,4	0,02	106,6	20,0

Таблица 3 – Физико-химические показатели образцов квасного сусла с комбинированной закваской

Table 3 – Physical and chemical parameters of samples of kvass wort with combined starter

Наименование образца	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Кислотность, к.ед.	Массовая доля спирта, %	Беталаины, мг/100 г СВ	
				Бетацианины	Бетаксантини
Контроль	1,5	3,4	0,05	–	–
5 %	1,9	3,1	0,05	67,6	6,5
10 %	2,0	2,9	0,04	67,3	13,6
15 %	2,0	2,9	0,04	108,6	21,1

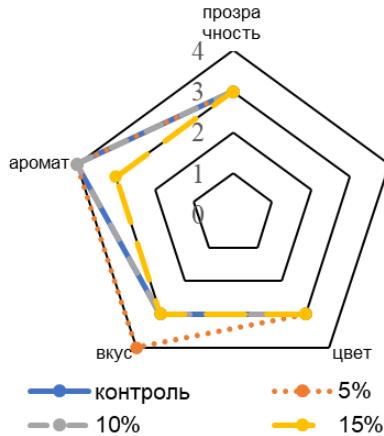


Рисунок 6 – Профилограмма дегустационной оценки квасов брожения

Figure 6 – Profilogram of tasting evaluation of fermentation kvasses

В категории внешний вид оценивали прозрачность с балльной оценкой от 1 до 3 баллов; цвет – от 1 до 3; аромат – от 1 до 4; вкус – от 2 до 5 баллов. Максимальный балл оценки – 15 баллов.

Согласно дегустационной оценке, образцы с внесением свекольного сока 5 % и 10 % при использовании комбинированной закваски набрали наибольшее количество баллов 14 и 13 соответственно. Эти образцы обладали приятным привкусом и оригинальным цветом.

### ВЫВОДЫ

При изучении динамики содержания беталаинов и их фракций в свекольном соке в зависимости от способа его получения установили, что предварительное бланширование сырья положительно влияет на сохранение беталаинов в свекольном соке, снижая скорость их разрушения в 2 раза; потери фракции бетацианинов в ходе хранения составляли около 3 %, в отличие от образцов, полученных из сырой свеклы, где снижение исчислялось 13 % от первоначального содержания; на содержание бетаксантинов при хранении процесс термообработки не влиял.

Убыль беталаинов в ходе и дрожжевого, и комбинированного брожения имела однообразный характер. Так, при добавлении свекольного сока в размере 5 % от СВ квасного сусла доля исследуемых компо-

нентов уменьшалась на 15,5 %, при использовании 10 % от СВ – на 54 %, 15 % – на 50 %.

Процесс брожения в образцах со свекольным соком характеризовался меньшей интенсивностью, чем в контрольных, но при использовании комбинированной закваски, содержащей штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* (штамм Mead BVG-08) и молочнокислых бактерий (*L. casei*, *L. acidophilus*), показатель кислотности, регламентируемый ГОСТ 31494 достигал необходимого уровня через 14 ч, в отличие от квасного сусла, сбраженного только дрожжами.

Дегустационная оценка позволила выбрать 2 образца квасов брожения, обладавшие оригинальным цветом и приятным привкусом свеклы, с внесением свекольного сока 5 % и 10 %, набрав 14 и 13 баллов соответственно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Обрезкова М.В. Разработка рецептуры кваса брожения с использованием концентрата свекольного сока / М.В. Обрезкова, Е.П. Каменская, В.А. Вагнер // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9(150). С. 158–165.
- Инербаева А.Т. Разработка и оценка качества пищевых продуктов с использованием растительных добавок / А.Т. Инербаева // Вестник КрасГАУ. 2019. № 4(145). С. 119–125.

3. Sadowska-Bartosz I, Bartosz G. Biological Properties and Applications of Betalains // Molecules. 2021. Vol. 26 (9). Pp. 65–101.
4. Шачек Т.М. Применение натурального красителя бетанина в производстве косметической продукции / Т.М. Шачек, Л.Н. Протасеня, Е.Н. Зеленкова // Пищевая промышленность: наука и технология. Беларусь : Белорусский государственный технологический университет, 2023. С. 67–78.
5. Cardoso-Ugarte G.A., Sosa-Morales M.E., Ballard T., Liceaga A., San Martín-González M.F. Microwave-assisted extraction of betalains from red beet (*Beta vulgaris*), LWT – Food Science and Technology, Vol. 59(1), 2014, Pp. 276–282.
6. Nirmal N.P., Mereddy R., Maqsood S. Recent developments in emerging technologies for beetroot pigment extraction and its food applications. Food Chem. 2021. Sep 15; 356:129611. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.129611. PMID: 33838608.
7. Дегустационный лист : сайт. URL: [https://www.garant-kachestva.ru/netcat\\_files/639/741/Obrazets\\_degustatsionnyh\\_listov\\_bezalk.\\_napitki\\_.pdf](https://www.garant-kachestva.ru/netcat_files/639/741/Obrazets_degustatsionnyh_listov_bezalk._napitki_.pdf) (дата обращения: 02.06.2025). Текст : электронный.

#### Информация об авторах

В. П. Вистовская – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хранения и переработки зерна» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.

В. И. Захарова – магистрант Алтайского государственного аграрного университета.

#### REFERENCES

1. Obreznkova, M.V., Kamenskaya, E.P., Vagner, V.A. Development of a recipe for fermentation kvass using the

concentrate of beet juice. Vestnik KrasGAU, [Herald KrasGAU], 2019, no 9(150), pp. 158-165. (in Russian).

2. Inerbaeva, A.T. Development and Assessment of the Quality of Food Products Using Plant Additives. Vestnik KrasGAU [Herald KrasGAU], 2019, no 4(145), pp. 119-125. (in Russian).

3. Sadowska-Bartosz, I., Bartosz, G. Biological Properties and Applications of Betalains. Molecules. 2021, 26(9), pp. 65-101. doi: 10.3390/molecules26092520.

4. Shacheck, T.M., Protasenya, L.N., Zelenkova, E.N. Application of natural betanin dye in the production of cosmetic products. Pishchevaya promyshlennost: nauka i tekhnologiya [Food Industry: Science and Technology]. Belarus : Belarusian State Technological University, 2023, pp. 67-78. (in Russian).

5. Cardoso-Ugarte, G.A., Sosa-Morales, M.E., Ballard, T., Liceaga, A., San Martín-González, M.F. Microwave-assisted extraction of betalains from red beet (*Beta vulgaris*), LWT - Food Science and Technology, 2014, 59(1), pp. 276-282.

6. Nirmal, N.P., Mereddy, R., Maqsood, S. Recent developments in emerging technologies for beetroot pigment extraction and its food applications. Food Chem, 2021, 129611. doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129611. PMID: 33838608.

7. Tasting list: website. Available at: [https://www.garant-kachestva.ru/netcat\\_files/639/741/Obrazets\\_degustatsionnyh\\_listov\\_bezalk.\\_napitki\\_.pdf](https://www.garant-kachestva.ru/netcat_files/639/741/Obrazets_degustatsionnyh_listov_bezalk._napitki_.pdf) (Accessed: 02.06.2025). (in Russian).

#### Information about the authors

V.P. Vistovskaya - candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Grain Storage and Processing Technology, Polzunov Altai State Technical University.

V.I. Zakharova - master's student of the Altai State Agricultural University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07 июня 2025; одобрена после рецензирования 24 ноября 2025; принята к публикации 28 ноября 2025.

The article was received by the editorial board on 07 June 2025; approved after editing on 24 Nov 2025; accepted for publication on 28 Nov 2025.