

УДК 663.41

Оценка возможности использования отечественного вкусоароматического сырья в производстве пивных напитков

Д. В. Карпенко*, М. Б. Мойсейак, М. С. Лялина,
М. К. Панеш, М. Аннакулиева, А. С. Воропаева

*Российский биотехнологический университет, г. Москва, Россия;
e-mail: karpenkov@mgupp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-1150>

Информация о статье

Поступила
в редакцию
27.03.2025;

получена
после доработки
14.04.2025;

принята
к публикации
21.04.2025

Ключевые слова:
вкусоароматическое
сырье, пивные напитки,
способ затирания,
ферментативная
обработка малины,
органолептическая
оценка пивного напитка

Реферат

В технологии пивных напитков возможно применение вкусоароматического сырья, вносимого перед началом главного брожения. В ходе исследования показана целесообразность приготовления сусла для получения пивных напитков с кофейным концентратом "Эфиопия Сидамо" или малиновым соком с заменой 40 % светлого ячменного пивоваренного солода несоложенным ячменем, предварительным затиранием ячменя и применением ферментного препарата "Церемикс Плюс МГ". Реализация такого способа обеспечивает приемлемые характеристики пивного сусла. Применение ферментного препарата Pectinex Yieldmash Plus в дозировке 120 см³/т ягод и продолжительность обработки 60 мин способствуют интенсификации экстракции целевых компонентов из ягод малины: объем сока увеличился на 21,5 %, концентрация редуцирующих веществ – на 65, сухих веществ – на 4, интенсивность окраски – на 14, выход сухих веществ – на 26 %. Экспериментально установлено содержание этилового спирта и действительного экстракта в образцах сброженных нефилтрованных пивных напитков: без добавления вкусоароматических ингредиентов – 4,95 и 3,85 мас.%, с малиновым соком – 5,32 и 3,84, кофейным экстрактом – 3,54 и 4,89 мас.%. Согласно органолептической оценке опытные образцы обладали интенсивным цветом, свойственным использованному сырью; кофейный экстракт обеспечил аромат кофе, однако вкус напитка, так же как вкус и аромат пивного напитка с малиновым соком, были маловыраженными. В ходе дальнейших исследований необходимо определить рациональный момент введения вкусоароматических компонентов в технологический процесс: до начала главного брожения или по окончании дображивания и созревания.

Для цитирования

Карпенко Д. В. и др. Оценка возможности использования отечественного вкусоароматического сырья в производстве пивных напитков. Вестник МГТУ. 2025. Т. 28, № 2. С. 219–230. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-219-230>.

Evaluation of the possibility of using domestic flavoring and aromatic compounds in the production of beer drinks

*Dmitry V. Karpenko, Marina B. Moiseyak, Marina S. Lyalina,
Murat K. Panesh, Menli Annagulyyeva, Arina S. Voropaeva

*Russian Biotechnological University, Moscow, Russia;
e-mail: karpenkov@mgupp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-1150>

Article info

Received
27.03.2025;

received
in revised
14.04.2025;

accepted
21.04.2025

Key words:
flavoring raw materials,
beer drinks,
mashing method,
enzymatic processing
of raspberries,
organoleptic evaluation
of beer drink

Abstract

In the technology of beer drinks it is possible to use flavoring raw materials introduced before the start of the main fermentation. The study has shown the feasibility of preparing wort for obtaining beer drinks with the coffee concentrate "Ethiopia Sidamo" or raspberry juice with the replacement of 40 % of light barley brewing malt with unmalted barley, preliminary mashing of barley and the use of the enzyme preparation "Ceremix Plus MG". The implementation of this method provides acceptable characteristics of beer wort. The use of the enzyme preparation Pectinex Yieldmash Plus in a dosage of 120 cm³/t of berries and processing time of 60 minutes contribute to the intensification of the extraction of target components from raspberries: the volume of juice increased by 21.5 %, the concentration of reducing substances – by 65, dry substances – by 4, color intensity – by 14, the yield of dry substances – by 26 %. The content of ethyl alcohol and actual extract in the samples of fermented unfiltered beer drinks has been experimentally established: without the addition of flavoring ingredients – 4.95 and 3.85 wt.%, with raspberry juice – 5.32 and 3.84, coffee extract – 3.54 and 4.89 wt.%. According to the organoleptic assessment, the experimental samples have had an intense color characteristic of the raw materials used; the coffee extract has provided the aroma of coffee, but the taste of the drink as well as the taste and aroma of the beer drink with raspberry juice, have been poorly expressed. In the course of further research, it is necessary to determine the rational moment for introducing flavoring components into the technological process: before the start of the main fermentation or after the end of secondary fermentation and maturation.

For citation

Karpenko, D. V. et al. 2025. Evaluation of the possibility of using domestic flavoring and aromatic compounds in the production of beer drinks. *Vestnik of MSTU*, 28(2), pp. 219–230. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2025-28-2-219-230>.

Введение

На современном этапе пивоваренные предприятия заинтересованы в расширении ассортимента продукции без существенных изменений технологии и совершенствования производственного оборудования. Одним из применяемых на практике в Российской Федерации¹ подходов является выпуск пивных напитков (*Bamforth, 2014; Fermented Foods..., 2010*).

В соответствии с действующей в России нормативной документацией² в дополнение к ресурсам, разрешенным для производства пива, в качестве сырья для выработки пивных напитков рекомендуются разнообразные компоненты (пищевые добавки и ароматизаторы), позволяющие придавать готовым напиткам оригинальные оттенки вкуса и аромата. При производстве пивных напитков часто применяются ароматизаторы, идентичные натуральным, что вызывает у значительной части потребителей негативное и настороженное отношение. Вследствие этого целесообразно рассмотреть возможность использования натурального (включая плодвое) сырья для формирования желаемых сортовых органолептических характеристик, удовлетворяющих спрос широкого круга потребителей, и учитывать технологические и экономические аспекты производства.

На протяжении ряда лет в Российском биотехнологическом университете (РОСБИОТЕХ) проводятся исследования по обсуждаемой проблематике. В частности, разработан способ получения пивного напитка с соком мангустина и проведено определение его потребительских характеристик (*Гордюшин и др., 2022*). При положительной в целом оценке выявлено, что напиток обладает излишне сладким вкусом, который нетипичен для большинства разновидностей пивоваренной продукции, а также имеет выраженную опалесценцию, что негативно воспринимается рядом потребителей. Мангустин не культивируется в России, и его импорт даже из дружественных стран неизбежно увеличивает себестоимость готового пивного напитка. Добавление сахаристого фруктового сока снижает микробиологическую стойкость напитка, сокращая срок его хранения.

В силу изложенного было решено апробировать в технологии пивных напитков другие виды пряно-ароматического сырья: кофейные концентраты (экстракты) "Эфиопия Сидамо" и "Бразилия Госто До", производимые в России, и сок из ягод свежей малины. Малина произрастает (*Берзегова, 2008*) и интенсивно культивируется в южных регионах нашей страны, в том числе в Республике Адыгея³ (*Берзегова, 2009*).

На первом этапе проведен предварительный анализ пригодности указанных видов сырья для производства пивных напитков, включающий: 1) подготовку купажей коммерческого пива ("Жигули-1968") и разных объемов экстракта или свежеевыжатого малинового сока; 2) органолептическую оценку с использованием ряда предложенных нами дескрипторов. В ходе анализа сделан вывод, что наилучшие результаты обеспечило применение малинового сока в количестве 12–15 см³ на 100 см³ пива и экстракта "Эфиопия Сидамо" в количестве 15 см³ на 100 см³ пива.

На втором этапе решаются задачи определения:

- рациональных состава зернового сырья и режимов получения сусла для сбраживания в технологии пивного напитка;
- способа повышения выхода сока из малины;
- момента внесения вкусоароматических ингредиентов (до начала главного брожения или по окончании дображивания и созревания), что существенно влияет как на технологические параметры, так и на потребительские характеристики готового напитка (*Гернет и др., 2019*).

Проблема определения состава сырья решается с использованием ранее полученных экспериментальных данных (*Карпенко и др., 2022*), в соответствии с которыми сусло с приемлемой питательной ценностью (сбраживаемостью) может быть получено при переработке засыпи из 60 % светлого пивоваренного ячменного солода и 40 % несоложенного ячменя по способу с предварительным затирированием. Используемые режимы стадии приготовления затора приведены в разделе "Материалы и методы".

Разработка способа повышения выхода сока базируется на применении ферментных препаратов (ФП), которые показали высокую эффективность, по мнению многих исследователей, применявших различное плодвое сырье (*Алексеев, 2008; Алексеев и др., 2011; 2015; 2023; Гугучкина и др., 2011; Еремеева и др., 2018; Каримова и др., 2023; Рыжова и др., 2006; Sharma et al., 2017*).

На обсуждаемом этапе исследований установлена целесообразность внесения вкусоароматического сырья до начала главного брожения, хотя в дальнейшем необходимо будет рассмотреть и альтернативные варианты.

¹ Балтика. Наши бренды. URL: <https://corporate.baltika.ru/nashi-brendy/brands/?p=3>.

² ГОСТ 34796-2021. Напитки пивные. Общие технические условия. М. : Российский институт стандартизации, 2022. 12 с.

³ Малина. Республика Адыгея. Лучшие и районированные сорта. URL: <https://rastisad.ru/regivar/305/66>.

Материалы и методы

Сусло получали по разработанной ранее (Карпенко и др., 2022) схеме с предварительным затиранием (рис. 1) из смеси 60 % светлого пивоваренного ячменного солода и 40 % несоложенного ячменя. В предварительный затор вносили комплексный ферментный препарат "Церемикс Плюс МГ", содержащий активные термостабильную альфа-амилазу, бета-глюканазу, нейтральную протеазу, пентозаназу, ксиланазу и целлюлазу⁴, в дозировке 1 кг/т зерна.

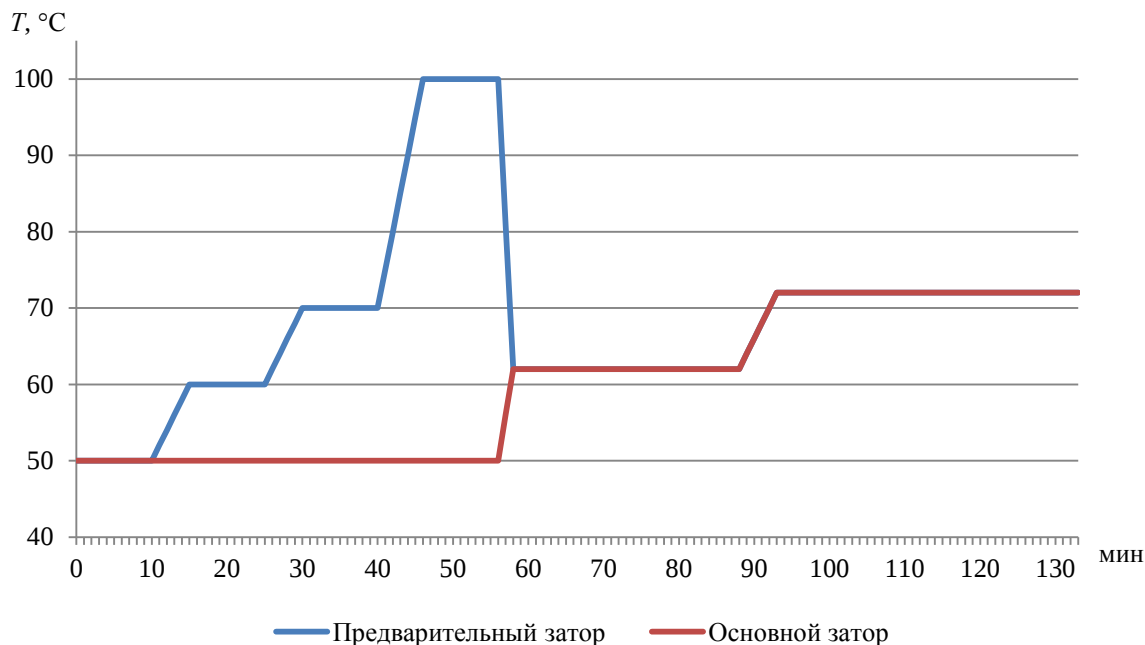


Рис. 1. Температурная схема получения сусла с предварительным затиранием (Карпенко и др., 2022)
Fig. 1. Temperature scheme for obtaining wort with preliminary mashing (Karpenko et al., 2022)

Гидромуль равнялся 1:4. Предварительный затор формировали из всего перерабатываемого несоложенного ячменя, без ячменного солода, с добавлением ферментного препарата.

В качестве варианта сравнения использовали затор для получения светлого пива, состоявший из 100 % дробленого светлого ячменного солода. Затирание вели по настойному способу с тремя паузами продолжительностью 30 мин каждая при 50–52, 60–63 и 70–72 °C; общая продолжительность затирания в данном варианте ставила 110 мин.

В неохмеленном сусле определяли содержание сухих веществ (СВ) рефрактометрическим методом, аминного азота – по числу карбоксильных групп в водно-спиртовом растворе (Химико-технологический контроль..., 1976) и редуцирующих веществ (РВ) – по методу с использованием динитросалициловой кислоты (ДНСК) (Чернявская и др., 2019).

Фильтрацию первого сусла и промывных вод (объемом 30 % от объема налива) вели через слой пивной дробины до получения визуально прозрачного фильтрата; температура промывной воды при ее добавлении к пивной дробине равнялась 80 °C.

Охмеление сусла осуществляли в течение 90 мин, молотый гранулированный хмель (18 г/дал) вносили в два приема: 80 % – через 15 мин после начала кипячения; 20 % – за 15 мин до конца кипячения.

Охлажденное осветленное сусло засевали регидратированными пивными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* (торговая марка Fermentis Saflager S-189⁵, Бельгия) в дозировке 100 г/Гл.

Главное брожение вели в течение 5 сут при температуре 15–17 °C, дображивание – в течение 60 сут при температуре 5–7 °C.

В образцах нефiltrованных пивных напитков определяли содержание этилового спирта и действительного экстракта (ДЭ) дистилляционным способом⁶.

⁴ Пищепромпродукт. Высотехнологичные пищевые добавки "Церемикс Плюс МГ" (Ceremix Plus MG). URL: https://beerbakeprod.ru/catalog/dlya_piva_i_napitkov/fermenty/kompleksnye/695/?oid=1262.

⁵ Fermentis by Lesaffre Saflager™ S-189. URL: <https://fermentis.com/en/product/saflager-s-189/>.

⁶ ГОСТ 12787-2021. Продукция пивоваренная. Методы определения объемной доли этилового спирта, массовой доли действительного экстракта и расчет экстрактивности начального сусла. М. : Российский институт стандартизации, 2021. 27 с.

До использования в экспериментах ягоды малины хранили в замороженном виде; разморозку осуществляли непосредственно перед применением.

Для повышения выхода сока из ягод малины использовали Pectinex Yieldmash Plus⁷ (Novozymes) – пектолитический комплексный ферментный препарат (продуцент *Aspergillus oryzae*), содержащий целевой фермент пектинметилэстеразу; рекомендуемая производителем дозировка составляет 100–300 см³/т плодов. В эксперименте использовали различные объемы препарата в 10-кратном разбавлении (0,6 или 1,2 см³), добавляя их к 500 г размороженных ягод. Таким образом, дозировка ФП равнялась 60 или 120 см³/т ягод. Обработку в опытных вариантах проводили при температуре 23–26 °С в течение 60 или 120 мин. Контрольный вариант (без добавления ФП) выдерживали при той же температуре в течение 120 мин.

Для оценки эффективности применения данного ферментного препарата был реализован полнофакторный эксперимент ПФЭ2², матрица плана которого представлена в табл. 1.

Таблица 1. Матрица плана эксперимента ПФЭ2²
Table 1. Experimental design matrix FFE2²

Вариант	Объем раствора X_1 разбавленного ФП, см ³ /500 г малины	Продолжительность обработки X_2 , мин	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
1	0,6	60				
2	1,2	60				
3	0,6	120				
4	1,2	120				
Контроль	0	120				

В качестве выходов функции оценивали следующие показатели: Y_1 – объем сока, см³; Y_2 – содержание сухих веществ в соке, %, определенное рефрактометрическим методом; Y_3 – интенсивность окраски сока, установленную фотометрическим методом при длине волны 670 нм и толщине рабочего слоя кюветы 1 см; Y_4 – содержание редуцирующих веществ в соке, рассчитанное методом с использованием ДНСК (Чернявская и др., 2019).

Результаты и обсуждение

При определении технологически важных характеристик образцов неохмеленного сусла, произведенных различными способами (с настойным затиранием – для варианта сравнения со светлым пивом; с предварительным затиранием – для приготовления пивных напитков с добавлением вкусоароматического компонента или без него), получены результаты, приведенные в табл. 2.

Таблица 2. Показатели образцов неохмеленного сусла, полученных разными способами затирания
Table 2. Indicators of unhopped wort samples obtained by different mashing methods

Показатель	Неохмеленное сусло для приготовления	
	светлого пива	пивного напитка
Сухие вещества, %	13,4	13,2
Редуцирующие вещества, %	61,6	53,0
Аминный азот, мг/100 см ³	431	371

Видно, что замена значительной доли светлого ячменного солода, несмотря на более интенсивное температурное воздействие на несоложеное сырье и применение комплексного ферментного препарата, привела к значительному снижению контролируемых показателей, особенно выраженному для редуцирующих веществ. Это сделало целесообразным дальнейший поиск рациональных режимов получения сусла из засыпей с высоким содержанием несоложенного ячменя. Однако приведенные характеристики в табл. 2 были приемлемыми в обоих вариантах, поэтому на обсуждаемом этапе наших исследований решено было использовать указанные образцы для получения готовых слабоалкогольных напитков.

В ходе исследования рассмотрена возможность повышения выхода сока и целевых компонентов малины за счет применения ферментного препарата Pectinex Yieldmash Plus. Для этого был реализован эксперимент, матрица плана которого приведена в табл. 1.

Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью программы Microsoft Excel (рис. 2–5). Кроме того, решено было привести значения расчетных величин – общих извлеченных количеств РВ, г, полученных умножением объема сока в определенном варианте на концентрацию в нем РВ (рис. 6).

⁷ Novozymes. Multi-enzyme blend. Liquid Pectinex® Yieldmash Plus. URL: <https://www.novozymes.com/en/products/juice-fruit-vegetables/apples-pears/pectinex-yieldmash-plus>.

Необходимо отметить, что использованная для построения поверхностей отклика программа не позволяет указать на графике показатели контрольного образца: объем сока составляет 465 см³, содержание СВ в соке 8,1 %, цветность сока 0,241 ед., концентрация в нем РВ 21 мг/см³, общее количество извлеченных из ягод РВ 9,77 г.

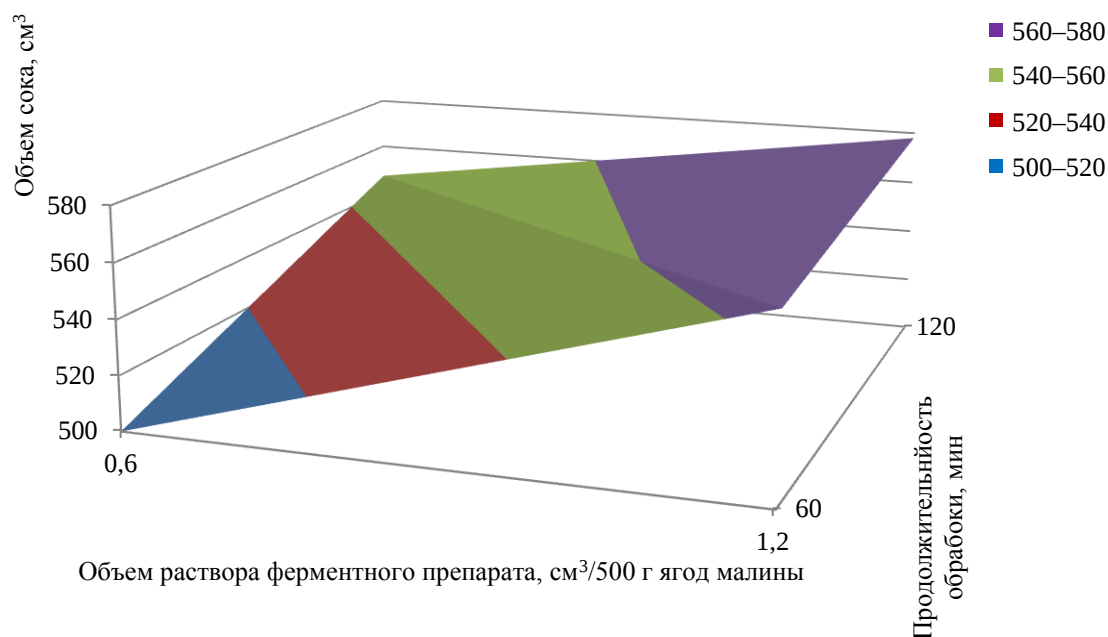


Рис. 2. Влияние обработки ягод малины ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Plus на выход (объем) сока

Fig. 2. Effect of treatment by Pectinex Yieldmash Plus on raspberry juice yield

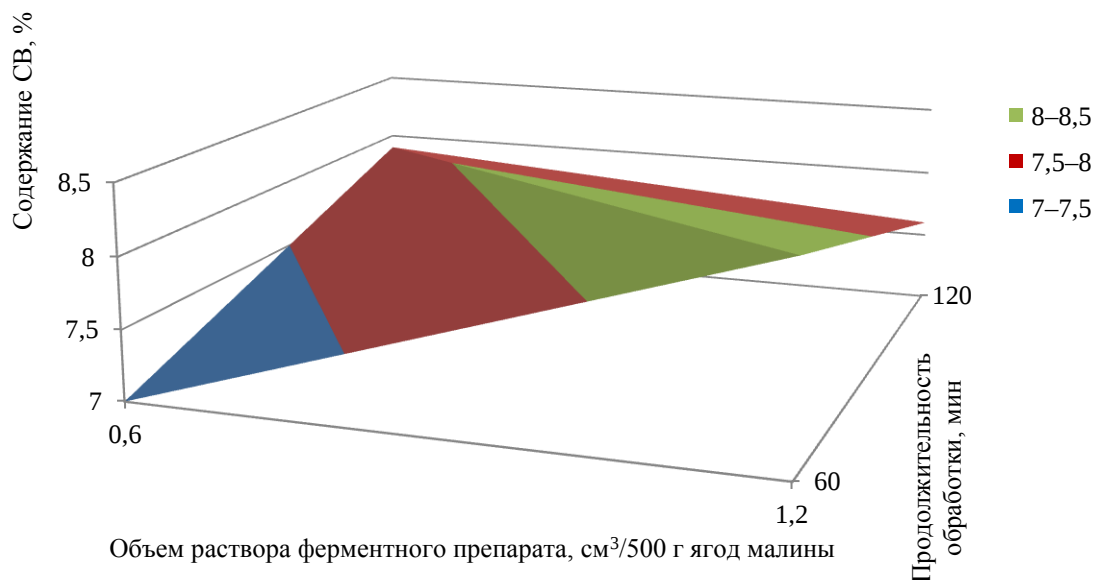


Рис. 3. Влияние обработки ягод малины ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Plus на содержание сухих веществ в соке

Fig. 3. Effect of treatment by Pectinex Yieldmash Plus on raspberry juice dry matter content

Установлено, что применение ферментного препарата существенно интенсифицирует процесс извлечения целевых групп веществ из ягод малины, за исключением содержания в соке СВ, что представляется довольно неожиданным. Только в варианте 2 (120 см³ ФП на т ягод) этот показатель увеличился на 4 %. По нашему

мнению, данное снижение компенсируется во всех опытных вариантах, кроме варианта 1, существенным увеличением объема извлеченного сока, в результате чего в большинстве случаев применение ФП обеспечивает увеличение выхода СВ на 15–26 % от веса ягод.

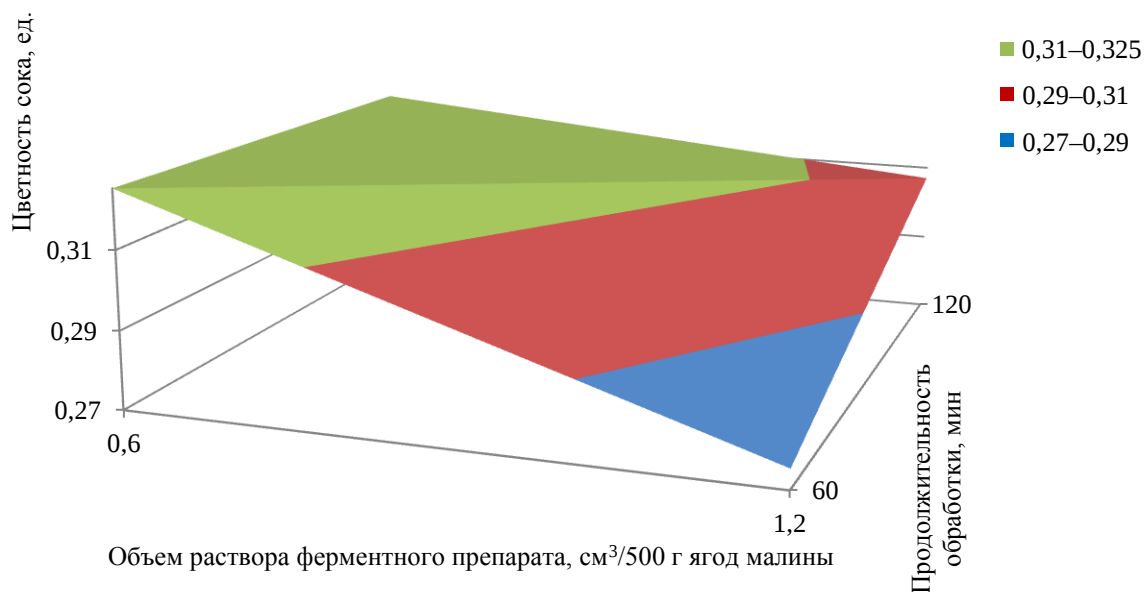


Рис. 4. Влияние обработки ягод малины ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Plus на интенсивность окраски сока

Fig. 4. Effect of treatment by Pectinex Yieldmash Plus on raspberry juice color intensity

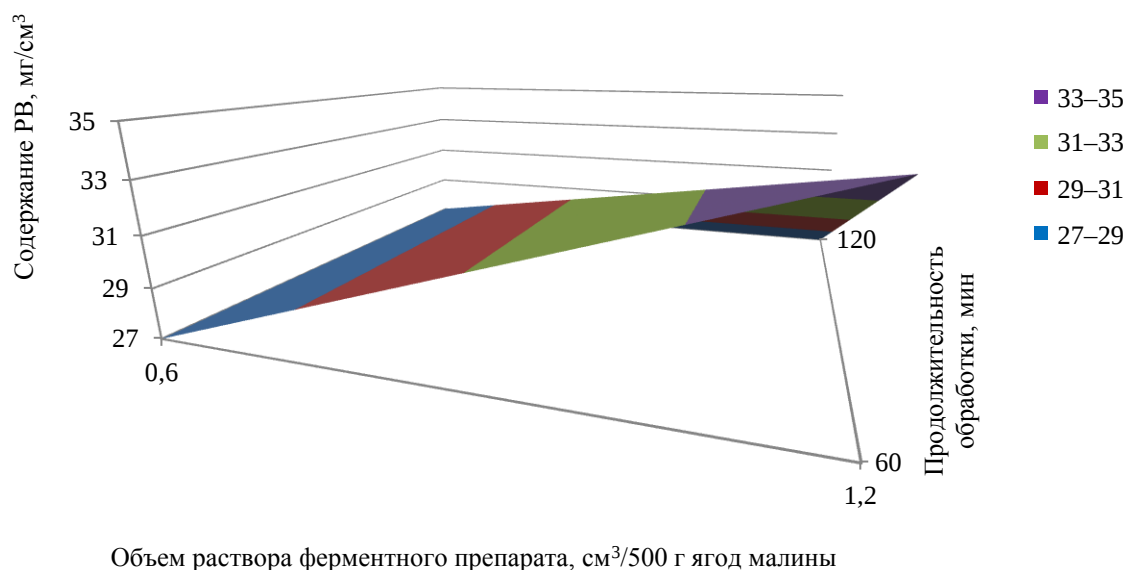


Рис. 5. Влияние обработки ягод малины ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Plus на содержание в соке редуцирующих веществ

Fig. 5. Effect of treatment by Pectinex Yieldmash Plus on dry matter content in raspberry juice

Значения всех остальных контролируемых показателей в опытных вариантах возросли по сравнению с контрольными вариантами: объем сока – на 7–24 %; интенсивность окраски сока – на 14–33 %; концентрация РВ в соке – на 3–65 %; общее количество извлеченных из мезги РВ – на 11–100 %.

Вид поверхностей отклика на рис. 2–6 свидетельствует, что ни для одного из контролируемых показателей (выходов функции) не выявлены значения, обеспечивающие точку экстремума; следовательно,

дальнейшая отработка параметров проведения ферментативной обработки малины может обеспечить еще более выраженный положительный эффект.

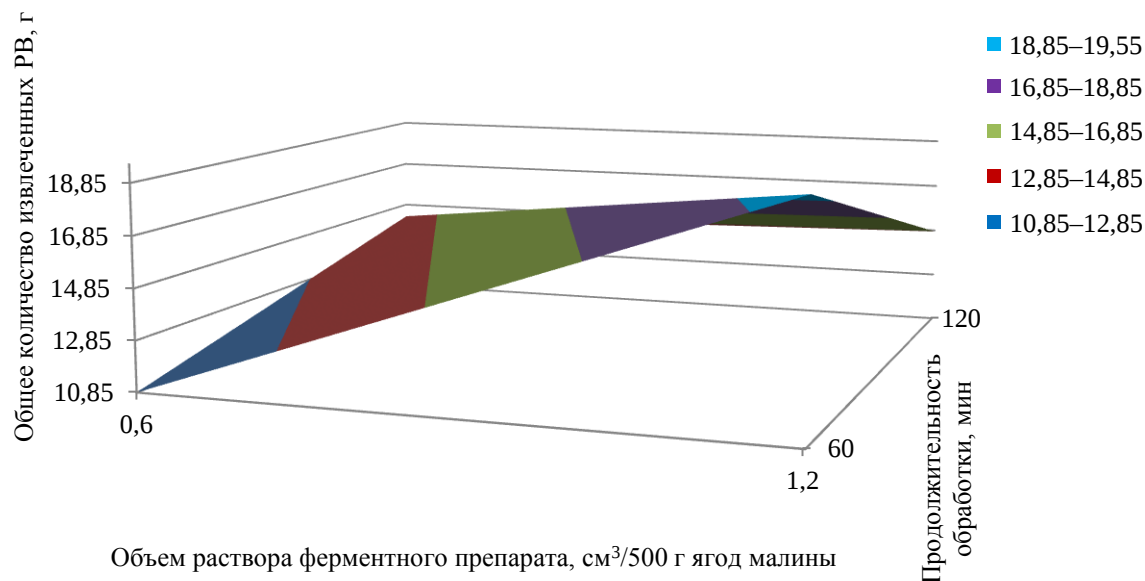


Рис. 6. Влияние обработки малины ферментным препаратом Pectinex Yieldmash Plus на общее количество сухих веществ, извлеченных из 500 г ягод

Fig. 6. Effect of treatment by Pectinex Yieldmash Plus on total dry matter extracted from 500 g of raspberries

Тем не менее на обсуждаемом этапе работы было решено признать наиболее рациональными дозировку ферментного препарата Pectinex Yieldmash Plus, равную 120 см³/г ягод, и продолжительность обработки 60 мин, а оптимизацию режимов ферментативного катализа провести в ходе дальнейших исследований.

Для решения основной задачи в лабораторном масштабе были реализованы стадии получения пивных напитков с использованием вкусоароматических компонентов и определены показатели полупродуктов и готовых нефилтрованных напитков.

В процессе экспериментов получены четыре варианта напитка:

- светлое пиво из 100 % светлого ячменного пивоваренного солода; затирание вели по настойному варианту; его на всех этапах использовали как вариант сравнения;
- пивной напиток без добавления вкусоароматического компонента; сусло в этом и следующих двух вариантах получали из 60 % светлого ячменного солода и 40 % ячменя по способу с предварительным затиранием всего несоложенного зерна и его обработкой ФП "Церемикс Плюс МГ";
- пивной напиток с добавлением к начальному суслу сока малины в дозировке 15 см³ на 100 см³;
- пивной напиток с добавлением к начальному суслу кофейного экстракта "Эфиопия Сидамо" в дозировке 15 см³ на 100 см³.

Характеристики неохмеленного сусла для получения образца сравнения и опытных вариантов приведены в табл. 1. Далее технологические стадии проводили в условиях, описанных в разделе "Материалы и методы". В образцах готовых нефилтрованных слабоалкогольных напитков определяли содержание этанола и действительного экстракта (табл. 3).

По нашему мнению, данные определения в целом хорошо согласуются с показателями неохмеленного сусла в каждом варианте: при примерно равной концентрации СВ меньшее содержание РВ и аминного азота (в сусле для пивных напитков) привело к меньшему выходу этилового спирта и большему несброженному экстракту.

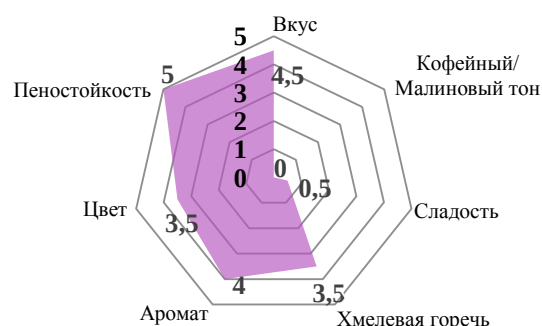
Кроме того, в двух последних вариантах могло сыграть роль некоторое "разбавление" сусла за счет добавления растворов, содержащих органолептически значимые компоненты малины и кофе. Интересно также отметить, что в варианте с добавлением экстракта кофе, который содержит немного СВ и почти не включает РВ, брожение прошло менее интенсивно, чем в образце того же сусла без добавления вкусоароматического компонента. Возможно, экстракт содержит какие-то химические соединения, негативно сказывающиеся на приросте биомассы пивных дрожжей и/или их бродильной активности. Результаты определения показателей в пивном напитке с соком малины существенно отличаются от результатов расчета по формуле Баллинга (при расчете по этой формуле СВ начального сусла равняются 14,12), что

можно объяснить содержанием дополнительного количества сахаров в составе малинового сока, усваиваемых пивными дрожжами. Если высказанное предположение верно, можно заключить, что в малиновом соке нет компонентов, угнетающих метаболизм пивных дрожжей.

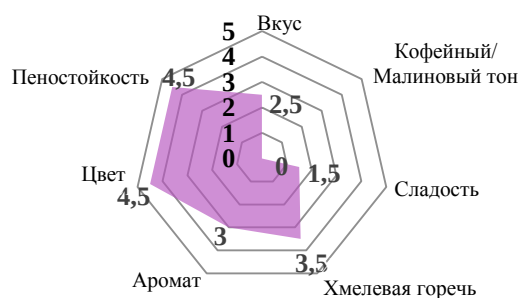
Таблица 3. Показатели пива и пивных напитков, полученных разработанным способом
Table 3. Indicators of beer and beer drinks obtained by the developed method

Тип напитка	Показатель	
	Массовая доля ДЭ, %	Массовая доля спирта, %
Пиво светлое	0,62	6,60
Пивной напиток	3,85	4,95
Пивной напиток с малиновым соком	3,84	5,32
Пивной напиток с экстрактом кофе	4,89	3,54

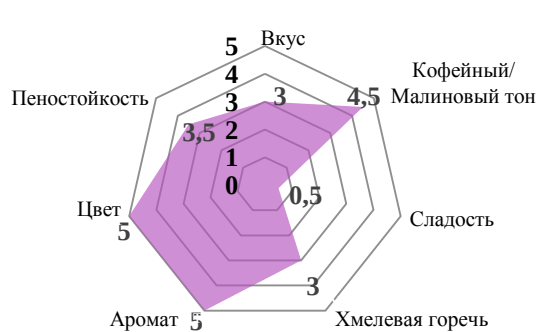
Контролируемые аналитические параметры полученных пивных напитков были удовлетворительными и соответствовали требованиям нормативной документации. Важной потребительской характеристикой любого пищевого продукта, в том числе напитка брожения, являются органолептические показатели. Для их установления была проведена открытая непрофессиональная дегустационная оценка, результаты которой представлены на рис. 7.



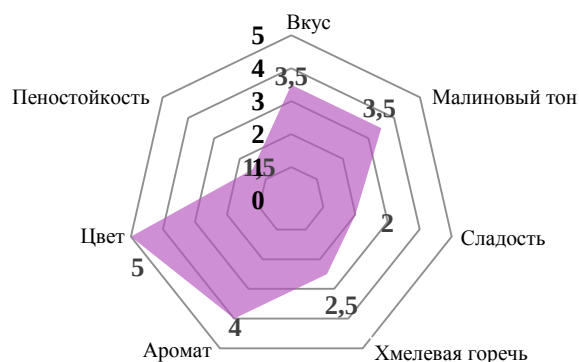
a



б



в



г

Рис. 7. Органолептические характеристики слабоалкогольных напитков: *a* – светлое пиво; *б* – пивной напиток; *в* – пивной напиток с экстрактом кофе; *г* – пивной напиток с малиновым соком

Fig. 7. Organoleptic characteristics of low-alcohol drinks: *a* – light beer; *б* – beer drink; *в* – beer drink with coffee extract; *г* – beer drink with raspberry juice

Светлое нефilterованное пиво обладало достаточно высокими органолептическими характеристиками, за исключением цвета. Что может быть объяснено опалесценцией, вызванной значительным количеством

дрожжевых клеток, суспендированных в объеме образца после вскрытия бутылки и бурного выделения диоксида углерода.

Невысокую оценку оно получило за хмелевую горечь, что связано с низкой, по современным нормам, дозировкой хмеля. Такой выбор обусловлен желанием облегчить сопоставление вкуса и аромата пива и пивных напитков с добавлением вкусоароматических компонентов; в последних выраженная хмелевая горечь плохо сочетается со вкусом кофе или малины. Предположительно, хмелевой вкус в этом образце ощущался более резко и менее сбалансированно из-за низкого содержания несброженного экстракта. Кроме того, по очевидным причинам пиво не обладало сладостью и кофейным/малиновым тоном.

Те же оценки относятся к пивному напитку без добавления экстракта или сока. По другим типичным для пива дескрипторам (кроме цвета и пеностойкости) он получил средние оценки, что может быть объяснено высокой дозировкой несоложеного ячменя в засыпи. Заметный сладковатый оттенок во вкусе этого образца может быть связан с меньшей, чем возможно для 13%-го сусла, степенью сбраживания и заметным содержанием несброженных веществ, обладающих сладким вкусом.

Пивные напитками с добавлением вкусоароматического сырья по-разному были оценены дегустаторами.

Введение экстракта кофе обеспечило вкус и аромат использованного сырья, а также привлекательный, насыщенный цвет напитка. Однако вкус пивного напитка был маловыраженным, возможно, из-за того, что он "маскировался" экстрактом. Пеностойкость данного образца также была лишь на среднем уровне.

Использование малинового сока также привело к получению напитка с привлекательным, ярким цветом, однако выраженность вкуса и особенно аромата малины была не очень интенсивной. По нашему мнению, это связано с существенными изменениями/потерями вкусоароматических компонентов малины в процессе брожения и дображивания.

В целом вкус напитка получил оценку выше средней; зафиксирован выраженный сладковатый оттенок во вкусе, однако данный оттенок сужает круг потенциальных потребителей пивного напитка. Очень низкая пеностойкость данного образца не находит адекватного объяснения и требует проведения дополнительных исследований. Хмелевая горечь была ощутимой, но не выраженной и в достаточной степени гармонизировала с остальными оттенками вкуса.

Заключение

Разработанная нами схема затирания позволила получить сусло с приемлемыми технологическими характеристиками, которые могут быть улучшены за счет установления режимов предзатирания несоложеного сырья, в частности незначительного увеличения продолжительности пауз на этом этапе и/или дозировки ферментного препарата "Цермикс Плюс МГ".

Ферментный препарат Pectinex Yieldmash Plus показал высокую эффективность при его применении с целью интенсификации процесса извлечения технологически ценных компонентов из ягод малины. Соотношение дозировки ферментного препарата и продолжительность обработки обуславливают выход определенной группы соединений: сухих веществ в целом, редуцирующих или красящих веществ. В рамках поставленной задачи рациональными были признаны дозировка 120 см³/т ягод и продолжительность обработки 60 мин, обеспечивающие существенное повышение выхода сухих и редуцирующих веществ.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования апробированного вкусоароматического сырья в технологии напитков брожения. Пивные напитки с применением кофейного концентрата "Эфиопия Сидамо" или малинового сока имеют более высокие, чем пивные напитки без их добавления, органолептические характеристики. При этом открытым остается вопрос о рациональном моменте введения указанного сырья в технологический процесс: до начала главного брожения, как это было сделано в обсуждаемом исследовании, или по окончании дображивания, до фильтрования напитка. Попытка дать обоснованный ответ на данный вопрос будет предпринята на следующих этапах нашего исследования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Алексеев Е. В. Биокаталитические методы обработки плодово-ягодного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 5. С. 62–65. EDN: JKAHAX.
- Алексеев Е. В., Быстрова Е. А. Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 3(65). С. 177–181. EDN: VDKUFP.

- Алексеев Е. В., Дикарева Ю. М., Траубенберг С. Е., Осташенкова Н. В. Применение ферментных препаратов при переработке плодов облепихи // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Food Technology. 2011. № 2–3(320–321). С. 48–50. EDN: MLWKHB.
- Алексеев Е. В., Каримова Н. Ю., Цветкова А. А. Современное состояние и перспективы развития способов переработки ягод черники: обзор предметного поля // Хранение и переработка сельхозсырья. 2023. № 1. С. 22–44. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353>. EDN: VLMBNR.
- Берзегова А. А. Дикоплодовые леса Адыгеи, перспективность их использования // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2008. № 1. С. 29–33. EDN: JXZZTX.
- Берзегова А. А. Биологические аспекты создания сырьевых насаждений плодовых и ягодных культур в предгорной зоне северо-западного Кавказа : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.07. Краснодар, 2009. 41 с.
- Гернет М. В., Грибкова И. Н., Кобелев К. В., Нурмуханбетова Д. Е. и др. Биотехнологические аспекты производства напитков брожения с применением растительного сырья // ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы. 2019. Vol. 1(№ 433). Р. 223–230. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.27>. EDN: ZDRDMD.
- Гордюшин М. Г., Наседкин А. С., Серочкина А. А., Чан Д. Т. [и др.]. Органолептическая оценка слабоалкогольного напитка на зерновой основе // Совершенствование рациона питания населения, обеспечение качества и безопасности кулинарной продукции : сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной памяти почетного работника высшей школы Российской Федерации, д-ра техн. наук, проф. Г. Г. Дубцова, г. Москва, 7 декабря 2021 г. В 2 ч. Ч. 1. М. : Русайнс, 2022. С. 73–84. EDN: UESLAR
- Гутучкина, Т. И., Кушнерева Е. В., Паутов Р. Ю. Сравнительная оценка режимов переработки мезги клюквы для производства вин с высокой биологической ценностью // Плодоводство и виноградарство юга России. 2011. № 8(2). С. 126–133. EDN: NDPIWP.
- Еремеева Н. Б., Макарова Н. В. Изучение влияния предварительной обработки плодов и ягод ферментными препаратами на выход и антиоксидантную активность экстрактов // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2018. № 43. С. 55–59. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-43-55-59>. EDN: YVHSBB.
- Каримова Н. Ю., Алексеев Е. В., Горьковая Ю. З. Применение методов математического моделирования для определения условий ферментативной обработки ягод черники при получении сока // Актуальная биотехнология. 2023. № 1. С. 30–32. DOI: <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2023-1-30-32>. EDN: QHLZSI.
- Карпенко Д. В., Чан Д. Т., Гордюшин М. Г., Серочкина А. А. Оценка эффективности применения ферментного препарата "Цермикс плюс МГ" при переработке заторов с высоким содержанием несоложенного зернового сырья // Пиво и напитки. 2022. № 3. С. 6–10. DOI: <https://doi.org/10.52653/PIN.2022.03.03.001>. EDN: VTOZLI.
- Рыжова Н. В., Иванова Л. А., Мураенко Е. Н. Совершенствование способов экстракции красящих веществ из растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 5. С. 17–18. EDN: HTGREB.
- Химико-технологический контроль производства солода и пива / под ред. П. М. Мальцева. М. : Пищевая промышленность, 1976. 447 с.
- Чернявская Л. И., Моканюк Ю. А., Кухар В. Н., Чернявский А. П. Экспресс-метод определения содержания редуцирующих веществ в сахарной свекле и продуктах ее переработки // Сахар. 2019. № 10. С. 16–21. EDN: WRIMHM.
- Bamforth C. W. Fermented beverages // Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. 2014. P. 124–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00154-6>.
- Fermented foods and beverages of the world / eds.: J. Prakash Tamang, K. Kailasapathy. CRC Press Taylor & Francis Group, 2010.
- Sharma H. P., Patel H., Sugandha S. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices – A review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 57, Iss. 6. P. 1215–1227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.977434>.

References

- Alekseenko, E. V. 2008. Biocatalytic methods of processing fruit and berry raw materials. *Storage and Processing of Farm Products*, 5, pp. 62–65. EDN: JKAHAX. (In Russ.)
- Alekseenko, E. V., Bystrova, E. A. 2015. Monitoring of efficiency of application of fermental preparations for processing of berries of cowberry when receiving juice. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 3(65), pp. 177–181. EDN: VDKUFP. (In Russ.)
- Alekseenko, E. V., Dikareva, Yu. M., Trautenberg, S. E., Ostachenkova, N. V. 2011. An application of enzyme preparations at sea-buckthorn processing. *Izvestiya VUZOV. Food Technology*, 2–3(320–321), pp. 48–50. EDN: MLWKHB. (In Russ.)

- Alekseenko, E. V., Karimova, N. Yu., Tsvetkova, A. A. 2023. The current state and prospects for the development of methods for processing bilberries: Scoping review. *Storage and Processing of Farm Products*, 1, pp. 22–44. DOI: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.353>. EDN: VLMBNR. (In Russ.)
- Berzegova, A. A. 2008. Wild fruit forests of Adygea, prospects of their use. *Bulletin of the Mari State Technical University. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*, 1, pp. 29–33. EDN: JXZZTX. (In Russ.)
- Berzegova, A. A. 2009. Biological aspects of creation of raw material plantations of fruit and berry crops in the foothill zone of the north-western Caucasus. Abstract of Ph.D. dissertation. Krasnodar. (In Russ.)
- Gernet, M. V., Gribkova, I. N., Kobelev, K. V., Nurmukhanbetova, D. E. et al. 2019. Biotechnological aspects of fermented drinks production on vegetable raw materials. *News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Ser. of Geology and Technical Sciences*, 1(433), pp. 223–230. DOI: <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.27>. EDN: ZDRDMD. (In Russ.)
- Gordjushin, M. G., Nasedkin, A. S., Serochkina, A. A., Chan, Din' Toan et al. 2022. Organoleptic evaluation of a low-alcohol grain-based beverage. In coll. articles *Improving the population's diet, ensuring the quality and safety of culinary products*. Moscow, 7 December, 2021. In 2 parts. Part 1, pp. 73–84. EDN: UESLAR. (In Russ.)
- Guguchkina, T. I., Kushnereva, E. V., Pautov, R. 2011. The comparative evaluation of the regimes of cranberry pulp processing for wine production with high biological value. *Fruit growing and viticulture of South Russia*, 8(2), pp. 126–133. EDN: NDIIWP. (In Russ.)
- Eremeeva, N. B., Makarova, N. V. 2018. Effect of pretreatment of fruit and berries with enzyme preparations on yield and antioxidant activity of the extracts. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*, 43, pp. 55–59. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2018-43-55-59>. EDN: YVHSBB. (In Russ.)
- Karimova, N. Yu., Alekseenko, E. V., Gor'kovaja, Yu. Z. 2023. Application of mathematical modeling methods to determine the conditions of enzymatic processing of blueberries during juice production. *Aktual'naya Biotekhnologiya*, 1, pp. 30–32. DOI: <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2023-1-30-32>. EDN: QHLZSI. (In Russ.)
- Karpenko, D. V., Chan, Din' Toan, Gordjushin, M. G., Serochkina, A. A. 2022. Evaluation of the effectiveness of the use of the enzyme preparation "Ceremix® Plus MG" in the processing of mashes with a high content of unmalted grain raw materials. *Beer and Beverages*, 3, pp. 6–10. DOI: <https://doi.org/10.52653/PIN.2022.03.03.001>. EDN: VTOZJI. (In Russ.)
- Ryzhova, N. V., Ivanova, L. A., Muraenko, E. N. 2006. Improving methods for extracting dyes from plant materials. *Storage and Processing of Farm Products*, 5, pp. 17–18. EDN: HTGREB. (In Russ.)
- Chemical and technological control of malt and beer production. 1976. Ed. P. M. Mal'tsev. Moscow. (In Russ.)
- Chernjavskaja, L. I., Mokanjuk, Yu. A., Kuhar, V. N., Chernjavskij, A. P. 2019. Rapid method for determining the content of reducing substances in sugar beet and its processed products. *Sugar*, 10, pp. 16–21. EDN: WRIMHM. (In Russ.)
- Bamforth, C. W. 2014. Fermented beverages. In: *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, pp. 124–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00154-6>.
- Fermented foods and beverages of the world. 2010. Eds.: J. Prakash Tamang, K. Kailasapathy. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Sharma, H. P., Patel, H., Sugandha, S. 2017. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), pp. 1215–1227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.977434>.

Сведения об авторах

Карпенко Дмитрий Валерьевич – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, д-р техн. наук, профессор;
e-mail: karpenkovd@mgupp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-1150>

Dmitry V. Karpenko – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, Dr Sci. (Engineering), Professor;
e-mail: karpenkovd@mgupp.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-1150>

Мойсеяк Марина Борисовна – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, канд. техн. наук, доцент, профессор;
e-mail: marina-mgupp@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4938-5293>

Marina B. Moiseyak – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Professor;
e-mail: marina-mgupp@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4938-5293>

Лялина Марина Сергеевна – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, аспирант; e-mail: Mderkach777@yandex.ru

Marina S. Lyalina – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, PhD Student; e-mail: Mderkach777@yandex.ru

Панеш Мурат Капланович – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, аспирант; e-mail: mp0727@mail.ru

Murat K. Panesh – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, PhD Student; e-mail: mp0727@mail.ru

Аннакулиева Менли – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, студент; e-mail: annakuliyeva2003@gmail.com

Menli Annagulyyeva – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, Student; e-mail: annakuliyeva2003@gmail.com

Воропаева Арина Сергеевна – Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, Россия, 125080;
Российский биотехнологический университет, студент;
e-mail: arina.voropaeva23@mail.ru

Arina S. Voropaeva – 11 Volokolamskoe shosse, Moscow, Russia, 125080;
Russian Biotechnological University, Student; e-mail: arina.voropaeva23@mail.ru