

Разработка нового сорта светлого пива с добавлением экстракта *Potentilla erecta*

Светлана А. Коваленко¹ svetlanakov25@gmail.com  0000-0002-1728-8819
Мария А. Сысоева¹ oxygen1130@mail.ru  0000-0003-1535-8497
Миляуша Г. Нафикова¹

¹ Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия

Аннотация. Целью настоящего исследования являлось использование экстракта *Potentilla erecta* (лапчатки прямостоячей) для разработки рецептуры крафтового светлого пива с сокращением технологического цикла и увеличением срока его хранения. Для этого был получен водный экстракт лапчатки с высоким содержанием в нем (до 30 %) фенольных соединений. Установлено, что экстракт обладает выраженной антиоксидантной активностью. Предварительное исследование влияния экстракта лапчатки на жизнедеятельность пивных дрожжей показало, что экстракт не оказывает негативного влияния на их развитие, наблюдается увеличение концентрации дрожжевых клеток и рост числа почкующихся клеток по сравнению с контрольным образцом. Для получения пива экстракт вносили на стадии главного брожения в дозировке 40, 400 и 800 мг на 1 дал суслу. В полученных образцах готового пива определяли содержание спирта и двуокси углерода, цветность и пеностойкость, а также органолептические показатели. Отмечено, что образцы с добавлением экстракта лапчатки имели чистый, свежий, выраженный аромат и полный, гармоничный вкус с мягкой слаженной хмелевой горечью. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что биологически активные вещества, содержащиеся в экстракте лапчатки прямостоячей, активируют процессы главного брожения примерно на сутки и участвуют в формировании вкусоароматического профиля пива. Кроме того, внесение экстракта в количестве 800 мг на 1 дал суслу позволяет увеличить срок хранения «живого» нефilterованного пива на 3 суток по сравнению с контролем.

Ключевые слова: *Potentilla erecta*, водный экстракт, антиоксидантная активность, пиво.

The development of a new sort of bright beer with the *Potentilla erecta* extract

Svetlana A. Kovalenko¹ svetlanakov25@gmail.com  0000-0002-1728-8819
Maria A. Sysoeva¹ oxygen1130@mail.ru  0000-0003-1535-8497
Milyausha G. Nafikova¹

¹ Kazan National Research Technological University, Karl Marks street, 68 Kazan, 420015, Russia

Abstract. The aim of this study was to use the extract of *Potentilla erecta* (tormentil) for the development of craft bright beer recipes with a reduced production cycle and increased shelf life. For this purpose, the tormentil aqueous extract with phenolic compounds high content (up to 30%) was obtained. It was found that the extract has a pronounced antioxidant activity. A preliminary effect study of the tormentil extract on the brewer's yeast vital activity was shown that the extract use does not adversely effect on yeast development, leads to yeast's cell concentration and budding cells number increasing compared to the control. To obtain beer, the extract was added at the main fermentation stage in a dosage of 40, 400 and 800 mg per 1 wort daL. In the obtained finished beer samples, the alcohol and carbon dioxide contents, foam retention, color, as well as organoleptic characteristics were determined. It was noted that the samples with the tormentil extract addition had a clean, fresh, pronounced aroma and a full, harmonious taste with the soft, well-formed hop bitterness. According to the results of the study, it can be concluded that the biologically active substances contained in the *Potentilla erecta* extract shorten the main fermentation process by about a day and participate in beer flavor profile formation. In addition, the extract addition in the amount of 800 mg per 1 wort dal allows to increase the shelf life of "live" unfiltered beer by 3 days compared to the control.

Keywords: *Potentilla erecta*, water extract, antioxidant activity, beer.

Введение

Пиво является источником широкого спектра питательных веществ, таких как витамины, минералы, углеводы, аминокислоты и другие биологически активные соединения. Большинство стран мира демонстрируют растущий рынок так называемого крафтового пива, которое набирает популярность благодаря разнообразию и уникальности вкуса и аромата. Обогащение пива различными добавками,

например фруктами и лекарственными растениями, может добавить новые органолептические характеристики напитку, ускорить процессы брожения, а также повысить уровень пищевой и биологической ценности. Поэтому перспективен поиск альтернативных источников сырья для добавления в процесс пивоварения с целью повышения органолептического профиля пива. К таким добавкам относят продукты переработки плодов, ягод, различные виды ароматического и неароматического растительного сырья [1–5].

Для цитирования

Коваленко С.А., Сысоева М.А., Нафикова М.Г. Разработка нового сорта светлого пива с добавлением экстракта *Potentilla erecta* // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 3. С. 66–73. doi:10.20914/2310-1202-2022-3-66-73

For citation

Kovalenko S.A., Sysoeva M.A., Nafikova M.G. The development of a new sort of bright beer with the *Potentilla erecta* extract. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 3. pp. 66–73. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-3-66-73

В состав пива актуально вводить добавки на основе лекарственных растений, поскольку за счет биологически активных компонентов, содержащихся в них, можно добиться снижения воздействия негативных факторов окружающей среды, а также алкоголя на организм. Наиболее ценными веществами в составе лекарственного сырья являются фенольные соединения, обладающие антиоксидантными свойствами. Применение лекарственных растений, обладающих антиоксидантной активностью, решает вопрос сохранения готового продукта достаточно долгое время без использования консервантов, в особенности это касается «живого» пива [5–11].

Добавление на стадии варки сусла с хмелем сушеных листьев амаранта, как источника антиоксидантных соединений, увеличивает выход биомассы дрожжей на 19% и повышает на 10% количество упитанных клеток [12]. Использование настоев трав мяты и мелиссы, а также яблочного сока, внесенных с последней порцией хмеля при кипячении сусла, позволило получить пиво с улучшенными органолептическими показателями и более высокой антиоксидантной активностью, чем пиво, полученное по классической технологии [13]. Разработана рецептура и технологии производства пивного напитка с использованием сиропа шиповника, который добавляли на стадии варки сусла с хмелем. На основании проведенных исследований авторами сделан вывод, что сироп шиповника не угнетает рост дрожжей, а, по органолептической оценке, готовое пиво обладает насыщенным карамельным вкусом и хорошей пеностойкостью [6].

Внесение перед дображиванием пива настоя листьев шалфея и клубней ячменя приводит к снижению массовой доли спирта, увеличению высоты пены и появлению специфических вкусовых характеристик [14].

Внесение измельченных листьев оливы, их настоя и распыленного экстракта на стадии кипячения сусла приводят к повышению содержания полифенольных веществ. При этом увеличение концентрации этих ингредиентов

не влияет на изменение антиоксидантной активности. Сенсорные характеристики готового пива улучшаются при использовании листьев оливы в количестве не более 5 г/л [15].

Проведенный анализ литературных источников показал, что разработка напитка с использованием растительного сырья имеет некоторые особенности производства. При внесении большого количества настоя пиво может приобрести травянистый или лекарственный привкус и, кроме того, добавление экстрактов на разных стадиях производства может отразиться на ходе главного и вторичного брожения, а также на коллоидной стабильности готового напитка.

Цель работы – использование экстракта *Potentilla erecta* (лапчатки прямостоячей) для разработки рецептуры крафтового светлого пива с сокращением технологического цикла и увеличением срока его хранения.

Материалы и методы

Для исследования было взято сырье – корневища лапчатки прямостоячей, производитель АО «Красногорсклексредства», закупленное в аптечной сети. На основании проведенных исследований для дальнейшей работы был выбран оптимальный способ получения водного экстракта сырья: соотношение сырье: экстрагент 1:50, кипячение в течение 30 мин [16].

В полученном экстракте определяли количество фенольных веществ по методу Фолина-Чокальтеу (относительно галловой кислоты) [17], содержание простых углеводов (относительно глюкозы) [18], антиоксидантную активность фосфомолибденовым методом (по аскорбиновой кислоте) [19].

Для приготовления пива использовали светлый ячменный солод *Pilsen*, горький гранулированный хмель, дрожжи верхового брожения (*Saccharomyces cerevisiae*, *FermoAle*, «АЕВ-group», Швеция). Был выбран классический настойный метод приготовления сусла. Рецептура лабораторных образцов пива представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Рецептура лабораторных образцов на 1 дал

Table 1.

Formulation of samples per 1 dal

Сырье Raw material	Контроль Control	Образцы с добавлением экстракта лапчатки Samples with the addition of <i>Potentilla</i> extract		
		1	2	3
Солод, кг Malt, kg	1,00	1,00	1,00	1,00
Дрожжи, г Yeast, g	10,00	10,00	10,00	10,00
Хмель гранулированный, г Granulated hops, g	30,00	30,00	30,00	30,00
Экстракт лапчатки, г <i>Potentilla</i> extract, g	–	0,04	0,40	0,80

Брожение вели при 18 ± 2 °C в течение 6 суток, дображивание – при $5-7$ °C в течение 14 дней.

Определение сухих веществ в броющем сусле и пиве проводили рефрактометрическим методом.

Оценку жизнедеятельности дрожжей производили методом подсчета живых клеток дрожжей в броющем сусле с использованием камеры Горяева. Определение интенсивности выделения диоксида углерода проводили экспресс-методом: образцы броющего сусла объемом по 2 см^3 набирали в одноразовый медицинский шприц (на 10 см^3), стараясь избежать образования пузырей воздуха. Выдавливали остатки воздуха из шприца и герметично запаивали его конец в пламени спиртовки. Шприцы ставили в термостат при температуре 30 °C на 1 ч и измеряли высоту подъема поршня в шприце. По высоте подъема поршня определяли количество образовавшегося CO_2 . Все экспериментальные образцы были проанализированы по основным физико-химическим показателям (кислотность, цвет, содержание спирта и CO_2 , высота пены и пеностойкость). Оценку органолептических характеристик проводили по 25-балльной шкале по следующим показателям качества: прозрачность, цвет, вкус и аромат, хмелевая горечь,

пена и пеностойкость. В качестве дегустаторов выступали специально обученные эксперты (11 магистрантов, 20–24 лет).

Результаты и обсуждение. Лапчатка прямостоячая имеет богатый химический состав. Ее биологически активные соединения представлены дубильными веществами, флавоноидами, полисахаридным комплексом (водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлозы А и В), органическими кислотами, аминокислотами, макро- и микроэлементами [20, 21]. Результаты оценки физико-химических характеристик полученного водного экстракта лапчатки представлены в таблице 2.

В результате проведенных исследований установлено, что большая часть экстрактивных веществ экстракта представлена фенольными соединениями. Использование качественных реакций позволило установить наличие в экстракте флавоноидов (флавонолов, флавононов, флавонов, катехинов). Эти компоненты обуславливают выраженную антиоксидантную активность экстракта лапчатки, сопоставимую с активностью других флавоноидсодержащих экстрактов (бессмертника, шиповника, чабреца, девясилы, зверобоя, сабельника) [22–25].

Таблица 2.

Результаты оценки физико-химических характеристик водного экстракта лапчатки

Table 2.

The results of evaluation the physicochemical characteristics of an aqueous extract of Potentilla

Показатель Indicator	Значение Value
Внешний вид Appearance	Насыщенно-коричневый цвет, аромат, подобно свежезваренному кофе Deep brown color, aroma similar to freshly brewed coffee
Массовая доля сухих веществ, % Dry solids weight ratio, %	$18,70 \pm 0,50$
Общие сахара, % от с.в. Total sugars, % of dry weight (DW)	$3,0 \pm 0,2$
Фенольные соединения, % от с.в. phenolic compounds, % of DW	30 ± 2
Антиоксидантная активность, мг-экв. аскорб. к-ты/г экстракта Antioxidant activity, mg-eq ascorbic acid/g extract	620,260

Таким образом, введение водного экстракта лапчатки, вероятно, внесет вклад в собственную антиоксидантную емкость пива, обогатит продукт биологически активными веществами и будет способствовать продлению срока его годности. Проведенные исследования показали, что при введении антиоксидантов (из коры дуба, травы зверобоя, листьев мяты перечной, листьев мать и мачехи, травы чабреца и плодов рябины красной, гречишного солода, листьев оливы, хвой сосны) на стадии брожения и дображивания стойкость пива повышается в 2–3 раза [15, 22–26].

Проведено предварительное исследование влияния экстракта лапчатки на жизнедеятельность пивных дрожжей. Показано, что экстракт в указанных дозировках не оказывает негативного влияния на жизнедеятельность дрожжевых клеток, наблюдается увеличение концентрации дрожжевых клеток и рост числа почкующихся клеток по сравнению с контрольным образцом. Исследуемые образцы характеризовались разным уровнем бродильной активности по накоплению диоксида углерода (рисунок 1).

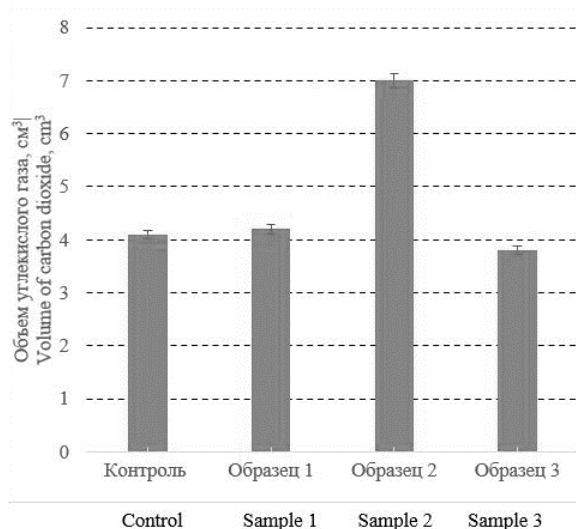


Рисунок 1. Накопление углекислого газа в процессе брожения

Figure 1. Accumulation of carbon dioxide during fermentation

Скорость спиртового брожения, как видно из рисунка 1, лучше у образца 2 с добавлением 0,40 г. экстракта. Это свидетельствует о том, что вещества, входящие в состав экстрактов лапчатки прямостоячей, активно стимулируют жизнедеятельность дрожжей, а их повышенная концентрация в образце 3, заметно замедляет бродильную активность.

Как показали проведенные исследования, введение экстракта лапчатки на стадии варки с хмелем снижает качество готового продукта, и приводит к помутнению образцов пива. Поэтому экстракт вводили на стадии главного брожения.

Получение затора проводили настольным способом. При кипячении сусла половину хмеля вносили через 10 мин после закипания, вторую половину – за 30 мин до конца кипячения. После кипячения сусло охлаждали до температуры 20 °С для осаждения белкового осадка. После этого охмеленное сусло отфильтровывали, вносили экстракт лапчатки в дозировке 40, 400 и 800 мг и анализировали содержание сухих веществ. Затем сусло передавали на брожение.

Во время брожения вели наблюдение за скоростью сбраживания экстракта путем измерения сухих веществ рефрактометрическим методом. Динамика снижения экстрактивных веществ во время брожения представлена на рисунке 2.

Как видно из графика, представленного на рисунке 2, в целом изменение количества экстрактивных веществ идет практически одинаково для всех образцов, включая

контрольный. Длительность брожения опытных образцов 1 и 2 близка к контрольному, прекращения брожения не наблюдалось. Однако, снижение экстрактивных веществ у образца 2 с содержанием экстракта 0,40 г. идет чуть интенсивнее. Это свидетельствует о том, что дрожжи интенсивнее потребляют углеводы и азотистые вещества, содержащиеся в сусле, и, следовательно, степень сбраживания возрастает, тем самым сокращается процесс брожения примерно на сутки.

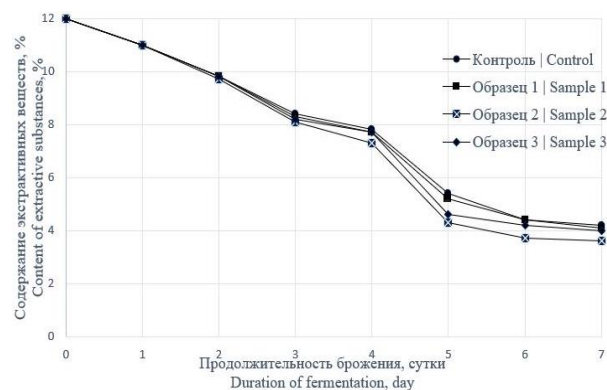


Рисунок 2. Динамика снижения экстрактивных веществ

Figure 2. Reduction of extractive substances

Органолептические показатели образцов молодого пива представлены в таблице 3.

Все образцы молодого пива характеризовались выраженными посторонними тонами во вкусе и аромате. В контрольном образце ощущался дрожжевой привкус, а в образцах с добавлением экстракта – легкий, приятный фруктово-травянистый.

После главного брожения полученные образцы оставили на дображивание. Физико-химические показатели образцов готового пива после дображивания представлены в таблице 4.

Как видно из данных таблицы 4, все образцы пива имеют в целом одинаковые физико-химические показатели, не превышающие нормы. Однако образец 1 с добавлением 0,04 г. экстракта показал наименьшее содержание органических кислот и спирта. Повышение количества экстракта в образцах (от 0,04 до 0,8 г) приводит к увеличению высоты и стойкости пены, что вероятно обусловлено присутствием в экстрактах фенольных и белковых веществ, участвующих в формировании пены.

Готовые образцы пива охарактеризованы также по органолептическим показателям, представленным в таблице 5.

Таблица 3.

Органолептические показатели молодого пива

Table 3.

Organoleptic characteristics of young beer

Показатель Value	Образцы Samples		
	Контроль Control	1–3	
Прозрачность Transparent	Слабо опалесцирующее Slightly opalescent		
Цвет Color	Светло-желтый, насыщенный. Соответствует типу пива Light yellow, deep. Corresponds to the type of beer		
Аромат Smell	Выраженные посторонние тона в аромате: кислый, аромат молодого пива Pronounced extraneous tones in the aroma: sour, the aroma of young beer	Выраженные посторонние тона в аромате: фруктовый, аромат молодого пива Pronounced extraneous tones in the aroma: fruity, the aroma of young beer	
Вкус Taste	Пустой вкус и посторонние привкусы: дрожжевой, кислый Empty taste and extraneous tastes: yeast, sour	Пустой вкус и посторонние привкусы: фруктовый, кислый Empty taste and extraneous tastes: fruity, sour	
Хмелевая горечь Hop bitterness	Чисто хмелевая, грубоватая Pure hop, rough	Хмелевая, слегка остающаяся Hop, slightly remaining	Чисто хмелевая, слегка остающаяся Pure hop, slightly remaining

Таблица 4.

Физико-химические показатели образцов готового пива

Table 4.

Physico-chemical parameters of samples of finished beer

Показатель	Образцы Samples			
	Контроль Control	1	2	3
Кислотность, мл 1 н NaOH на 100 мл пива Acidity, ml of 1 n NaOH per 100 ml of beer	1,98 ± 0,01	1,89 ± 0,03	1,97 ± 0,01	1,97 ± 0,02
Цвет, цв. ед. The color, col. Units	1,5–2,5	1,5–2,5	1,5–2,5	1,5–2,5
Содержание спирта, % об. Alcohol content, % vol.	4,3 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2
CO ₂ , %, >	0,4	0,4	0,4	0,4
Высота пены, мм, > Foam height, mm, >	29,0 ± 0,9	32,0 ± 0,5	41,0 ± 0,9	52,0 ± 0,7
Пеностойкость, мин, > Foam retention, min, >	3	4	4	5

Таблица 5.

Органолептическая оценка готовых образцов пива

Table 5.

Organoleptic evaluation of finished beer samples

Показатели	Образцы Samples			
	Контроль Control	1	2	3
Прозрачность Transparent	Прозрачное, единичные мелкие взвеси Transparent, single fine suspensions	Прозрачное, единичные пылевидные взвеси Transparent, single pulverized suspensions		
Цвет Color	Соответствует типу пива, находится на среднем уровне Corresponds to the type of beer, is at a medium level			
Аромат Smell	Хороший аромат, но недостаточно выраженный Good flavor, but not pronounced enough		Отличный аромат, чистый, свежий, выраженный Excellent aroma, clean, fresh, pronounced	
Вкус Taste	Хороший, чистый вкус, но не очень гармоничный Good, clean taste, but not very harmonious		Отличный, полный, гармоничный вкус Excellent, full, harmonious taste	
Хмелевая горечь Hop bitterness	Хмелевая грубая Hop rough	Хмелевая остающаяся Хмелевая остающаяся	Чисто хмелевая, мягкая слаженная Pure hop, soft harmonious	
Пена Foam	Компактная устойчивая пена Compact, stable foam		Обильная, компактная, устойчивая, хорошо прилипающая Plentiful, compact, stable, well-adhering	

Все образцы пива, включая контрольный, имели чистый, прозрачный соломенный цвет. Наличие единичных пылевидных взвесей обусловлено особенностью «живого» пива – отсутствием стадии фильтрации. Добавление 0,04 г экстракта (образец 1) не оказывало влияния на изменение органолептических свойств продукта по сравнению с контролем. Образцы 2 и 3

отличались от контрольного более выраженным вкусом и приятной хмелевой горечью. Аромат этих образцов пива также отличался от контроля: при увеличении доли вносимого экстракта аромат пива становился более легким, чистым и сброженным, тогда как у контроля присутствовал кислый запах.

Поскольку экстракт лапчатки обладает антиоксидантными свойствами и может влиять на сохранность продукта, провели оценку хранимостепособности образцов пива. Через неделю

хранения у образцов наблюдалось изменение органолептических свойств. На основании дегустационной оценки построили профилиграммы (рисунок 3).

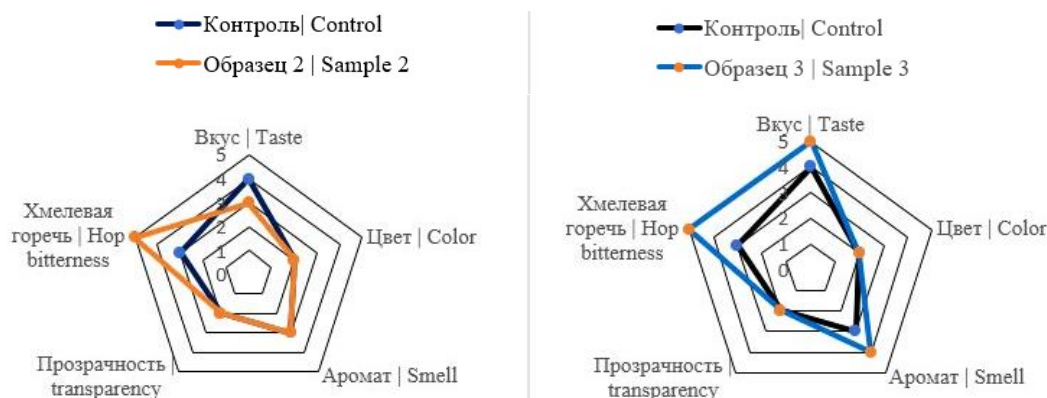


Рисунок 3. Органолептический профиль образцов пива
Figure 3. Organoleptic profile of beer samples

С течением времени прозрачность и цвет у всех образцов остались неизменными. У образцов 1 и контрольного вкус стал кислым, появились выраженные посторонние тона. Незначительное ухудшение вкуса наблюдалось у образца 2 при сохранении приятного аромата пива. Наилучшие результаты, по органолептической оценке, показал образец 3 с 0,8 г экстракта: чистый, свежий, выраженный аромат, отличный, полный и гармоничный вкус с мягкой хмелевой горечью. По результатам исследований в процессе хранения установлен срок годности готовых образцов: образцов 1 и 2—7 суток, образец 3—10 суток.

Биологически активные вещества, содержащиеся в экстракте лапчатки прямостоячей,

не только активируют процессы главного брожения и участвуют в формировании вкусоароматического профиля пива, но и увеличивают срок хранения «живого» нефильтрованного пива.

Заключение

В результате проведенных исследований был разработан новый сорт пива из суслу с начальной концентрацией суслу 12% с применением экстракта лапчатки прямостоячей. По результатам работы предлагается два варианта применения экстракта лапчатки: для сокращения процесса получения пива на сутки — 0,4 г/дал, для получения напитка с оригинальным вкусовым букетом и увеличенным сроком хранения — 0,8 г/дал.

Литература

1. Ducruet J., Rébénacque P., Diserens S., Kosinska-Cagnazzo A. et al. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties // Food Chemistry. 2017. №. 226. P. 109–118. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.047
2. Zapata P.J., Martínez-Esplá A., Gironés-Vilaplana A., Santos-Lax D. et al. Phenolic, volatile, and sensory profiles of beer enriched by macerating quince fruits // LWT-Food Science And Technology. 2019. №. 103. P. 139–146. doi: 10.1016/j.lwt.2019.01.002.
3. Humia B.V., Santos K.S., Barbosa A.M., Sawata M. et al. Beer Molecules and Its Sensory and Biological Properties: A Review // Molecules. 2019. №. 24(8). P. 1568. doi: 10.3390/molecules24081568
4. Adamenko K., Kawa-Rygielska J., Kucharska A.Z. Characteristics of Cornelian cherry sour non-alcoholic beers brewed with the special yeast *Saccharomyces ludwigii* // Food Chemistry. 2020. №. 312. P. 125968. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125968
5. Baiano A. Craft beer: An overview // Compr Rev Food Sci Food Saf. 2021. №. 20. P. 1829–1856. doi: 10.1111/1541-4337.12693
6. Иванченко О.Б., Данина М.М. Разработка технологии эля с использованием шиповника // Вестник ВГУИТ. 2017. № 1. Т. 79. С. 145–151. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-145-151
7. Иванченко О.Б., Данина М.М. Использование лекарственных трав в технологии темных элей // Вестник Международной академии холода. 2018. № 1. С. 11–18. doi: 10.17586/1606-4313-2018-17-1-11-18
8. Аничкин Д.А., Макаров С.Ю. Применение экстрактов расторопши пятнистой и солянки холмовой в технологии пива // Евразийский союз ученых. 2015. № 4 (13). С. 74–76.
9. Абрамова И.М., Калинина А.Г., Головачева Н.Е., Морозова С.С. и др. К вопросу о применении растительного сырья, содержащего биологически активные вещества, в производстве алкогольных напитков // Пиво и напитки. 2019. № 4. С. 15–19. doi: 10.24411/2072-9650-2019-10001

10. Nardini M., Garaguso I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers // *Food Chemistry*. 2020. № 305. P. 125437. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125437
11. Хабибрахманова В.Р., Коваленко С.А., Пермякова А.А., Сидорова К.О. и др. Комплексный подход по исследованию фенольных соединений лекарственного сырья // *Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: Материалы X Международного симпозиума*. Москва, 2018. С. 541–545.
12. Соколенко Г.Г., Шилова Е.С. Разработка технологии пивного напитка с использованием листьев амаранта // *Пиво и напитки*. 2015. № 4. С. 62–65.
13. Чусова А.Е., Юрицын И.А. Разработка специального сорта пива с применением яблочного сока // *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс*. 2015. № 1 С. 52–56.
14. Аркаев Б.А., Цукиева В.Б. Использование ячменя и шалфея в производстве пива // *Вестник научных трудов молодых ученых, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»*. 2016. № 2 С. 132–134.
15. Guglielmotti M., Passaghe P., Buiatti S. Use of olive (*Olea europaea* L.) leaves as beer ingredient, and their influence on beer chemical composition and antioxidant activity // *Journal of Food Science*. 2020. № 85. V. 8. P. 2278–2285. doi: 10.1111/1750-3841.1531
16. Коваленко С.А., Нафикова М.Г., Байгобулова А.Р., Сысоева М.А. Оценка перспективы применения нетрадиционного сырья в пищевых биотехнологических производствах // *Пищевые инновации в биотехнологии: Материалы VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. Кемерово, 2018. С. 63–64.
17. Liang L., Zhang Z., Wang H. Antioxidant activities of extracts and subfractions from *Inonotus obliquus* // *International journal of food sciences and nutrition*. 2009. № 60. V. 2. P. 175–184. doi: 10.1080/09637480903042279
18. Самылина И.А., Рудакова И.П., Аладышева Ж.И., Ковалева С.В. Определение сахаров спектрофотометрическими методами // *Фармация*. 2009. № 4. С. 3–5.
19. Alam M.N., Bristi N.J., Rafiquzzaman M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity // *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2013. № 21. P. 143–152. doi: 10.1016/j.jsps.2012.05.002
20. Бубенчикова В.Н., Сухомлинов Ю.А. Полисахаридный и минеральный состав корневищ лапчатки прямостоячей // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016. № 3. Т. 6. С. 165–167.
21. Абрамчук А.В., Карпунин М.Ю. Особенности применения лапчатки (*Potentilla* L.) в медицине // *Вестник биотехнологии*. 2019. № 3 (20). С. 15.
22. Аронбаев Д.М., Тен В.А., Юлаев М.Ф., Аронбаев С.Д. Исследование антиоксидантной активности растительности Ферганской долины // *Молодой ученый*. 2015. № 4. С. 30–34.
23. Ёршик О.А., Бузук Г.Н. Антиоксидантная активность сабельника болотного *Comarum palustre* L. // *Вестник фармации*. 2013. № 3 (61). С. 81–85.
24. Базарнова Ю.Г., Иванченко О.Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений // *Вопросы питания*. 2016. Т. 85. № 5. С. 100–107.
25. Deng Y., Lim J., Lee G.H., Nguyen T.H., et al. Brewing Rutin-Enriched Lager Beer with Buckwheat Malt as Adjuncts // *J. Microbiol. Biotechnol.* 2019. V. 29. № 6. P. 877–886. doi: 10.4014/jmb.1904.04041
26. Penkina N., Tatar L., Kolesnyk V., Karbivnycha T. et al. Research into quality of beer with the addition of pine needles extract // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 2. P. 10(86).

References

1. Ducruet J., Rébénacque P., Diserens S., Kosinska-Cagnazzo A. et al. Amber ale beer enriched with goji berries – The effect on bioactive compound content and sensorial properties. *Food Chemistry*. 2017. no. 226. pp. 109–118. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.047
2. Zapata P.J., Martínez-Esplá A., Gironés-Vilaplana A., Santos-Lax D. et al. Phenolic, volatile, and sensory profiles of beer enriched by macerating quince fruits. *LWT-Food Science And Technology*. 2019. no. 103. pp. 139–146. doi: 10.1016/j.lwt.2019.01.002
3. Humia B.V., Santos K.S., Barbosa A.M., Sawata M. et al. Beer Molecules and Its Sensory and Biological Properties: A Review. *Molecules*. 2019. no. 24(8). pp. 1568. doi: 10.3390/molecules24081568
4. Adamenko K., Kawa-Rygielska J., Kucharska A.Z. Characteristics of Cornelian cherry sour non-alcoholic beers brewed with the special yeast *Saccharomyces ludwigii*. *Food Chemistry*. 2020. no. 312. 125968. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125968
5. Baiano A. Craft beer: An overview. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2021. no. 20. pp. 1829–1856. doi: 10.1111/1541-4337.12693
6. Ivanchenko O.B., Danina M.M. The use of rose hips in the technology of alcoholic beverage. *Proceedings of VSUET*. 2017. vol. 79. no. 1. pp. 145–151. doi: 10.20914/2310-1202-2017-1-145-151 (in Russian).
7. Ivanchenko O.B., Danina M.M. The use of leaves of sage and yarrow in the technology Dark Ales // *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018. no 1. pp. 11–18. doi:10.17586/1606-4313-2018-17-1-11-18. (in Russian).
8. Anichkin D.A., Makarov S.Yu. Application of extracts of milk thistle spotted and solyanka kholmovaya in beer technology. *Eurasian Union of Scientists*. 2015. no 4 (13). pp. 74–76. (in Russian).
9. Abramova I.M., Kalinina A.G., Golovachova N.Ye., Morozova S.S. et al. On the Issue of the Use of Plant Materials Containing Biologically Active Substances in the Production of Alcoholic Beverages. *Beer and beverages*. 2019. no 4. pp. 15–19. doi: 10.24411/2072-9650-2019-10001 (in Russian).
10. Nardini M., Garaguso I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food Chemistry*. 2020. no. 305. pp. 125437. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125437
11. Khabibrakhmanova V.R., Kovalenko S.A., Permyakova A.A., Sidorova K.O. et al. A comprehensive approach to the study of phenolic compounds of medicinal raw materials. *Phenolic compounds: fundamental and applied aspects: Proceedings of the X International Symposium*. Moscow, 2018. pp. 541–545. (in Russian).

- 12 Sokolenko G.G., Shilova E.S. Development of beer beverage technology using amaranth leaves. Beer and beverages. 2015. no 4. pp. 62–65. (in Russian).
- 13 Chusova A.E., Yuritsin I.A. Development of a special beer with the use of apple juice. Agricultural sciences and agro-industrial complex. 2015. no 1. pp. 52–56. (in Russian).
- 14 Arkaev B.A., Tsugkueva V.B. The use of yacon and sage in beer production. Bulletin of scientific works of young scientists, postgraduates and undergraduates of the Gorsky State Agrarian University. 2016. no 2. pp. 132–134. (in Russian).
- 15 Guglielmotti M., Passaghe P., Buiatti S. Use of olive (*Olea europaea* L.) leaves as beer ingredient, and their influence on beer chemical composition and antioxidant activity. Journal of Food Science. 2020. no. 85. vol. 8. pp. 2278–2285. doi: 10.1111/1750-3841.1531
- 16 Kovalenko S.A., Nafikova M.G., Baigobulova A.R., Sysoeva M.A. Evaluation of the prospects for the use of unconventional raw materials in food biotechnological productions. Food innovations in biotechnology: Proceedings of the VI International Scientific Conference of Students, postgraduates and young Scientists. Kemerovo, 2018. pp. 63–64. (in Russian).
- 17 Liang L., Zhang Z., Wang H. Antioxidant activities of extracts and subfractions from *Inonotus obliquus* // International journal of food sciences and nutrition. 2009. no. 60. vol. 2. pp. 175–184. doi: 10.1080/09637480903042279
- 18 Samylna I.A., Rudakova I.P., Aladysheva Zh.I., Kovaleva S.V. Determination of sugars by spectrophotometric methods. Pharmacy. 2009. no 4. pp. 3–5. (in Russian).
- 19 Alam M.N., Bristi N.J., Rafiquzzaman M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal. 2013. no. 21. pp. 143–152. doi: 10.1016/j.jsps.2012.05.002
- 20 Bubenichikova V.N., Sukhomlinov Yu. A. Polysaccharide and mineral composition of rhizomes of *Potentilla erecta*. Sorption and chromatographic processes. 2016. no 3. vol. 6. pp. 165–167. (in Russian).
- 21 Abramchuk A.V., Karpukhin M.Yu. Features of the use of lapchatka (*Potentilla* L.) in medicine. Bulletin of Biotechnology. 2019. no 3 (20). pp. 15. (in Russian).
- 22 Aronbayev D.M., Ten V.A., Yulaev M.F., Aronbayev S.D. Research of antioxidant activity of vegetation of the Fergana Valley. Young scientist. 2015. no 4. pp. 30–34. (in Russian).
- 23 Yershih O.A., Buzuk G.N. Antioxidant activity of the marsh saber *Comarum palustre* L. Bulletin of Pharmacy. 2013. no 3 (61). pp. 81–85. (in Russian).
- 24 Bazarnova Yu.G., Ivanchenko O.B. Investigation of the composition of biologically active substances of extracts of wild plants. Nutrition issues. 2016. no. 85. vol. 5. pp. 100–107. (in Russian).
- 25 Deng Y., Lim J., Lee G.H., Nguyen T.H. et al. Brewing Rutin-Enriched Lager Beer with Buckwheat Malt as Adjuncts. J. Microbiol. Biotechnol. 2019. no. 29. vol. 6. pp. 877–886. doi: 10.4014/jmb.1904.04041
- 26 Penkina N., Tatar L., Kolesnyk V., Karbivnycha T. et al. Research into quality of beer with the addition of pine needles extract. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. no. 2. pp. 10(86).

Сведения об авторах

Светлана А. Коваленко к.х.н., доцент, кафедра пищевой биотехнологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия svetlanakov25@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1728-8819>

Мария А. Сысоева д.х.н., заведующий, кафедра пищевой биотехнологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия, oxygen1130@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1535-8497>

Миляуша Г. Нафикова магистр, кафедра пищевой биотехнологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, г. Казань, 420015, Россия

Information about authors

Svetlana A. Kovalenko Cand. Sci. (Chem.), assistant professor, Food biotechnology department, Kazan National Research Technological University, Karl Marks street, 68 Kazan, 420015, Russia, svetlanakov25@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1728-8819>

Maria A. Sysoeva Dr. Sci. (Chem.), Head of Food biotechnology department, Kazan National Research Technological University, Karl Marks street, 68 Kazan, 420015, Russia, oxygen1130@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-1535-8497>

Milyausha G. Nafikova magistr, Food biotechnology department, Kazan National Research Technological University, Karl Marks street, 68 Kazan, 420015, Russia

Вклад авторов

Светлана А. Коваленко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Мария А. Сысоева консультация в ходе исследования

Миляуша Г. Нафикова провела эксперимент, выполнила расчёты

Contribution

Svetlana A. Kovalenko review of the literature on an investigated problem, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Maria A. Sysoeva consultation during the study

Milyausha G. Nafikova conducted an experiment, performed computations

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/05/2022	После редакции 12/06/2022	Принята в печать 22/06/2022
Received 20/05/2022	Accepted in revised 12/06/2022	Accepted 22/06/2022