



## Специальное пиво с использованием экстракта из остонов шишек сосны сибирской (*Pinus Sibirica*)

Жанна А. Кох<sup>1</sup> [jannetta-83@mail.ru](mailto:jannetta-83@mail.ru)  0000-0003-4016-7596

Денис А. Кох<sup>2</sup> [dekoch@mail.ru](mailto:dekoch@mail.ru)  0000-0002-3047-1386


<sup>1</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, 660037, Россия


<sup>2</sup> Красноярский государственный аграрный университет, пр. Мира 90. Красноярск, 660049, Россия

**Аннотация.** Пиво, произведенное с добавлением нетрадиционного растительного сырья, характеризуется улучшенными органолептическими и физико-химическими показателями, а также повышенной биологической ценностью. Вторичные продукты переработки кедрового ореха, в частности остовы шишек *Pinus sibirica* (остающиеся после обрушения), являются богатым источником биологически активных веществ - фенольных соединений, дубильных веществ, терпеноидов и природных антиоксидантов. В статье представлен обзор современного состояния исследований по использованию кедрового ореха и продуктов его переработки в производстве алкогольных и безалкогольных напитков, включая патентованные рецептуры водок, бальзамов, ликеров и настоек. Особое внимание уделено обоснованию перспективности использования экстрактов из отходов переработки кедровой шишки (остовов и скорлупы) в пивоварении. Представлены результаты экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров экстракции, кинетики накопления целевых компонентов и разработке производственных показателей для аналитического контроля. Показано, что экстракты из остонов шишек *Pinus sibirica* могут быть рекомендованы в качестве ароматической и биологически активной добавки при производстве специальных сортов пива.

**Ключевые слова:** *Pinus sibirica*, остовы шишек, кедровый орех, экстракт, специальное пиво, нетрадиционное растительное сырье, вторичная переработка, функциональные напитки.

## Special beer using extract from siberian pine (*Pinus sibirica*) cone residues

Zhanna A. Koch<sup>1</sup> [jannetta-83@mail.ru](mailto:jannetta-83@mail.ru)  0000-0003-4016-7596

Denis A. Koch<sup>2</sup> [dekoch@mail.ru](mailto:dekoch@mail.ru)  0000-0002-3047-1386

<sup>1</sup> Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Prospektim. gaz. "KrasnoyarskyRabochy", 31, Krasnoyarsk City, 660037, Russia

<sup>2</sup> Krasnoyarsk State Agrarian University, 90, Mira Avenue, Krasnoyarsk City, 660049, Russia

**Abstract.** Beer produced with the addition of non-traditional plant raw materials is characterized by improved organoleptic and physico-chemical parameters as well as increased biological value. Secondary products of pine nut processing, particularly Siberian pine (*Pinus sibirica*) cone residues (remaining after nut shelling), are a rich source of biologically active substances - phenolic compounds, tannins, terpenoids, and natural antioxidants. This article presents a review of the current state of research on the use of pine nuts and their processing products in the production of alcoholic and non-alcoholic beverages, including patented formulations of vodkas, balms, liqueurs, and tinctures. Special attention is paid to the substantiation of the prospects for using extracts from pine cone processing waste (residues and shells) in brewing. The results of experimental studies on determining optimal extraction parameters, kinetics of target component accumulation, and development of production indicators for analytical control are presented. It is shown that extracts from *Pinus sibirica* cone residues can be recommended as an aromatic and biologically active additive in the production of special beer varieties.

**Keywords:** *Pinus sibirica*, cone residues, pine nuts, extract, special beer, non-traditional plant raw materials, secondary processing, functional beverages.

### Введение

Главным катализатором технологических нововведений в пивоварении выступает запрос аудитории на нестандартные виды продукции. Крафтовые сорта формируют обособленную нишу, позиционируясь между классическими лагерами и элями; при этом их классификационные рамки остаются намеренно размытыми.

Для цитирования

Кох Ж.А., Кох Д.А. Специальное пиво с использованием экстракта из остонов шишек сосны сибирской (*Pinus Sibirica*) // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 260–266. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-260-266

По сравнению с обычным пивоварением производство специальных сортов технологически сложнее и часто требует дополнительных операций, уникальных микроорганизмов и оборудования, однако гармоничная интеграция традиционных методов пивоварения с использованием нетрадиционного растительного сырья обладает значительным потенциалом

For citation

Koch Zh.A., Koch D.A. Special beer using extract from siberian pine (*Pinus sibirica*) cone residues. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 2. pp. 260–266. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-260-266

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

для создания функциональных напитков с повышенной биологической ценностью [1, 5, 8, 9].

Особый интерес в качестве источника биологически активных добавок представляют продукты переработки кедрового ореха – традиционного сибирского промысла. В лесном хозяйстве России ежегодно накапливается порядка 10 млн тонн биологических отходов, причем заметная часть этой массы приходится на остовы кедровых шишек, остающиеся после извлечения ореха. Сжигание подобного сырья, повсеместно практикуемое до сих пор, вступает в противоречие с современной концепцией биоэкономики и ресурсосбережения.

В соответствии с концепцией биопереработки, вторичное сырье растительного происхождения рассматривается как ценный источник биологически активных веществ для косметической, фармацевтической и пищевой промышленности [1, 3, 11].

Представители рода *Pinus* давно известны как продуценты природных антиоксидантов, роль которых выполняют главным образом фенолы – процианидины, флавоноиды и фенолокислоты. Экстракты сосны (в частности, из коры *Pinus maritima*) уже нашли применение в виде биодобавок к пище и фитохимических препаратов. За последние 30 лет различные экстракты сосны продемонстрировали значительную активность по улучшению памяти, а также потенциальную пользу при лечении ожирения и хронических воспалений, что может быть использовано в производстве функциональных продуктов и пищевых добавок [1, 6, 11, 12]. *Pinus sibirica* (сосна сибирская, кедровая) широко распространена в Сибири и на Дальнем Востоке России, а также в Северо-Восточном Китае. Ее шишки созревают 4 – 5 месяцев, опадают целиком, что делает их удобным объектом для сбора и промышленной переработки. После извлечения семян (кедровых орехов) остовы шишек долгое время считались отходами, но их химический состав обосновывает ценность как вторичного сырья [2, 7, 12, 13].

Изучение российских патентов свидетельствует: среди растительных ингредиентов, разрешенных для производства дистиллятов, лидируют семена кедрового (Pinus sibirica Du Tour) и их твердая оболочка. “На сегодняшний день зарегистрировано более 50 запатентованных рецептов алкогольной и безалкогольной продукции, где цельный кедровый орех заявлен как один из главных компонентов. В пересчете на 1000 дал готового напитка его массовая доля может достигать 120 – 250 кг. В целом по всем проанализированным патентам расход ореха колеблется от 0,8 до 250 кг на 1000 дал, а продолжительность экстракции методом настаивания занимает от 2 до 30 суток [4].

Примечательно, что именно скорлупа формирует вкусо-ароматический профиль таких напитков. Тем не менее примеры, где экстракт готовят исключительно из скорлупы, минуя ядро, в патентной литературе встречаются крайне редко [1].

Актуальные исследования подтверждают перспективность использования хвойного сырья в пивоварении. Dzedziński с соавторами (2023) исследовали, как добавление побегов *Pinus sylvestris* L. влияет на брожение, фенольный профиль, антиоксидантную активность и органолептику пшеничного пива. Опытный образец показал чуть более высокие значения алкоголя (4,04% об.) и горечи (15,83 IBU) относительно контроля. На стадии варки побеги обогатили напиток биологически активными соединениями: полифенольных кислот и флавонолов стало почти на 30% больше. Дегустационная комиссия высоко оценила ароматическое пиво с добавкой. После трех месяцев хранения микробиологические показатели остались в норме. Авторы делают вывод: побеги сосны пригодны в качестве функционального ингредиента для крафтовых сортов [10, 12, 13].

В профессиональных интернет-сообществах пивоваров активно дискутируются способы введения хвойных добавок в рецептуру. Согласно сообщениям участников, хвоя сообщает напитку смолистые ноты, однако превышение дозировки приводит к появлению неприятного привкуса. Практикующие пивовары рекомендуют добавлять 225 г. свежих сосновых ветвей при кипячении в течение 20 минут. Кедровые семена при этом позиционируются как самостоятельный ингредиент, формирующий не столько хвойные, сколько маслянисто-ореховые оттенки вкуса; данная особенность считается наиболее ценной при разработке авторских (крафтовых) сортов [6, 8, 12, 13].

Ключевой проблемой при использовании кедрового ореха в пивоварении является высокое содержание масел в ядре (60–70%), что может негативно сказаться на пенообразовании и пеноустойчивости готового пива. Это подтверждается и опытом пивоваров-любителей: при добавлении орехов целиком масла экстрагируются и разрушают пену [3, 8]. В то же время скорлупа и остовы шишек содержат значительно меньше липидов и являются более подходящим сырьем для получения экстрактов, используемых в пивоварении.

**Цель исследования** – выбор оптимального способа производства специального пива на основе водно-этанольного экстракта из остовов шишек *Pinus sibirica*.

## Материалы и методы

Объектами исследования служили осто́вы шишек сосны сибирской (*Pinus sibirica*), собранные после промышленного обрушения кедрового ореха в Красноярском крае. Сырье подвергали механоактивации (измельчение до фракции менее 1 мм) для деструкции клеточных стенок.

Получение экстракта. Экстракцию проводили 40% водно-этанольным раствором при гидромодуле 1:10, температуре 50–60 °С. Для определения кинетики накопления экстрактивных веществ настаивание вели в течение 5; 10; 15; 20; 25 и 75 часов. В полученных извлечениях определяли содержание экстрактивных веществ (гравиметрическим методом) и дубильных веществ (титриметрическим методом) [2, 5, 13]. Органолептические и физико-химические показатели экстракта оценивали по стандартным методикам [4, 14].

Для приготовления специального пива использовали лагер с начальным экстрактом сусла 12,5% и горечью 1,2. Чтобы снизить улетучивание ароматических компонентов, экстракт добавляли в сусло в период основного брожения. Соотношения пиво: экстракт – 50:50; 60:40; 40:60; 30:70. Главное брожение вели до видимого экстракта 2,6–2,9%; брожение и дображивание – не менее 25 суток. Фильтрацию проводили на кизельгуровом фильтре. Показатели качества: органолептические (сенсорный анализ), массовая доля сухих веществ, спирта, кислотность (прямое титрование), цветность (колориметрически), стабильность (визуально), высота и устойчивость пены оценивали по органолептическим и физико-химическим показателям в соответствии с ГОСТ 31711–2012 [4, 14].

## Результаты и обсуждения

На первом этапе была определена динамика накопления экстрактивных и дубильных веществ в экстрактах из остовов шишек сосны сибирской. Результаты исследования представлены в таблице 1.

На основании полученных результатов установлено, что интенсивная фаза экстрагирования наблюдается в течение первых 20 часов. В последующий период (20–75 часов) скорость экстракции снижается, что свидетельствует о приближении системы к равновесному состоянию. Оптимальное время настаивания, обеспечивающее достижение 90–95% выхода экстрактивных веществ при технологически приемлемой продолжительности цикла, составляет 24 часа. Экстракт из механоактивированных остовов шишек *Pinus sibirica* (40% этанол, 24 ч) характеризовался: содержанием экстрактивных веществ: 9,2–9,5%; содержанием дубильных веществ: 11,5–12,5%; цвет: янтарно-коричневый; аромат: выраженный хвойно-смолистый; вкус: терпкий с древесными нотами

Таблица 1.  
Динамика накопления экстрактивных и дубильных веществ в зависимости от продолжительности экстракции

Table 1.  
The dynamics of extractive and tannin substance accumulation in relation to the duration of extraction

Время настаивания, ч Extraction time	Содержание экстрактивных веществ, % Content of extractables	Содержание дубильных веществ, % Tannin concentration
5	2,68 ± 0,83	3,15 ± 0,91
10	4,25 ± 0,81	4,79 ± 0,82
15	6,38 ± 0,79	8,25 ± 0,88
20	8,88 ± 0,82	10,18 ± 0,91
25	9,51 ± 0,86	12,15 ± 0,94
75	10,95 ± 0,88	15,75 ± 0,95

На основании полученных результатов установлено, что интенсивная фаза экстрагирования наблюдается в течение первых 20 часов. В последующий период (20–75 часов) скорость экстракции снижается, что свидетельствует о приближении системы к равновесному состоянию. Оптимальное время настаивания, обеспечивающее достижение 90–95% выхода экстрактивных веществ при технологически приемлемой продолжительности цикла, составляет 24 часа. Экстракт из механоактивированных остовов шишек *Pinus sibirica* (40% этанол, 24 ч) характеризовался: содержанием экстрактивных веществ: 9,2–9,5%; содержанием дубильных веществ: 11,5–12,5%; цвет: янтарно-коричневый; аромат: выраженный хвойно-смолистый; вкус: терпкий с древесными нотами

Полученные показатели сопоставимы с характеристиками экстракта «Кедровый орешек» (ТУ 9185–011–44601108–2010), который представляет собой коричневую прозрачную жидкость с массовой концентрацией общего экстракта не менее 0,5 г/см<sup>3</sup> [1].

Следующим этапом исследования было оценить влияние экстракта на качество пива. При внесении экстракта в сусло наблюдалось помутнение, интенсивность которого возрастала с увеличением доли экстракта. После фильтрации на кизельгуровом фильтре получены прозрачные образцы янтарного цвета.

В таблице 2 представлены результаты анализа физико-химических характеристик образцов специального пива, полученных при варьировании соотношения базового пива и экстракта остовов кедрового ореха 50:50, 60:40, 40:60, 30:70. Оценивались следующие параметры: pH, кислотность (%), массовая доля сухих веществ (%), объемная доля спирта (% об.) и высота пены (мм).

Таблица 2.

Физико-химические показатели специального пива

Table 2.

Physicochemical characteristics of specialty beer

Соотношение пиво: экстракт Beer-to-extract ratio	pH	Кислотность Acidity	Массовая доля сухих веществ, % Mass fraction of dry substances	Спирт, % об. Alcohol	Высота пены, мм Foam height
50:50	4,5	2,40	4,18	3,6	20
60:40	4,4	2,50	5,62	2,7	19
40:60	4,2	2,70	5,91	2,2	17
30:70	4,1	2,80	6,33	1,8	14

Анализ полученных результатов в таблице 2 позволяет сделать вывод о том, что по мере увеличения доли экстракта в композиции наблюдается закономерное снижение pH с 4,5 (соотношение 50:50) до 4,1 (соотношение 30:70). Данная тенденция указывает на подкисляющее действие экстракта скорлупы, обусловленное присутствием органических кислот и фенольных соединений. Показатель кислотности возрастает с 2,40% (50:50) до 2,80% (30:70). Повышение кислотности коррелирует со снижением pH и связано с накоплением кислых компонентов, экстрагируемых из растительного сырья. Содержание сухих веществ увеличивается с 4,18% (50:50) до 6,33% (30:70), что объясняется переходом экстрактивных веществ (включая фенольные соединения, полисахариды и минеральные компоненты) из остонов кедровой шишки в готовый напиток. Также отмечено закономерное снижение содержания спирта с 3,6% об. (50:50) до 1,8% об. (30:70). Данный эффект обусловлен разбавлением базового пива экстрактом, не содержащим ферментируемых углеводов, а также возможным ингибированием дрожжевой ферментации фенольными соединениями.

Показатель высоты пены снижается с 20 мм (50:50) до 14 мм (30:70). Тем не менее при содержании экстракта до 40–50% (соотношения 50:50 и 60:40) показатели пенообразования сохраняются на приемлемом уровне. Это подтверждает предположение о том, что остовы кедровой шишки, в отличие от его ядра кедрового ореха, не содержит значительного количества масел, которые негативно влияют на пенообразование [3, 8].

Увеличение доли экстракта из остонов кедровой шишки приводит к закономерным изменениям физико-химических показателей: снижению pH и объемной доли спирта, повышению кислотности и содержания сухих веществ. Пенообразующие свойства остаются удовлетворительными при доле экстракта не более 40–50%. В таблице 3 представлены результаты дегустационной оценки образцов специального пива, полученных при различных соотношениях базового пива и экстракта скорлупы кедрового ореха (50:50; 60:40; 40:60; 30:70). Оценка проводилась по следующим органолептическим характеристикам: цвет, запах и вкус.

Таблица 3.

Органолептические показатели специального пива

Table 3.

Sensory characteristics of specialty beer

Соотношение Ratio	Цвет Color	Запах Smell	Вкус Taste
50:50	янтарный amber	солодовый, тонкий ореховый malty, subtle nutty	горьковато-солодовый, с ореховой нотой bittersweet malt, with a nutty note
60:40			сбалансированный, горьковатый balanced, slightly bitter
40:60		выраженный хвойно-ореховый pronounced pine-nutty	сильно выраженный хвойно-ореховый, терпкий strongly pronounced pine-nutty, tart
30:70		доминирующий хвойно-ореховый dominant pine-nutty	резкий хвойно-ореховый, высокая терпкость sharp pine-nutty, high astringency

Все проверенные образцы показали янтарный цвет разной интенсивности – это результат перехода в напиток фенолов и антоцианов из остонов и шелухи кедровой шишки. Запах менялся в зависимости от рецептуры: смесь 50:50 даёт солодовый аромат с тонким ореховым оттенком, а 30: 70 – уже доминирующий хвойно-ореховый. Чем больше экстракта, тем сильнее чувствуется хвойная нота.

Вкус при 50: 50 – горьковато-солодовый с орехом, при 30: 70 – резкий, хвойно-ореховый и очень терпкий. Терпкость возрастает в вариантах 40:60 и 30:70 из-за высокой концентрации танинов и полифенолов из шишек. Лучшим признано соотношение 60:40, оно даёт гармоничный солодово-ореховый вкус с приятной горчинкой и мягким ореховым ароматом без перебора с терпкостью. Как альтернатива

подойдёт 50:50 – этот вариант понравится тем, кто любит более отчётливую хвойно-ореховую ноту. Соотношения 40:60 и 30:70 характеризуются чрезмерной терпкостью и доминированием хвойно-ореховых тонов, что снижает их потребительскую привлекательность.

### Заключение

В результате проведенного исследования обоснована целесообразность использования вторичного сырья переработки кедрового ореха – остовов шишек сосны сибирской (*Pinus sibirica*) – в качестве источника биологически активных веществ для производства специального пива.

Работа выполнена в соответствии с концепцией биопереработки и принципами ресурсосбережения, что позволяет рассматривать отходы кедрового промысла не как подлежащую утилизации массу, а как ценное сырье для пищевой и фармацевтической промышленности. Установлено, что интенсивная фаза экстрагирования экстрактивных и дубильных веществ из механоактивированных остовов шишек *Pinus sibirica* 40% водно-этанольным раствором наблюдается в течение первых 20 часов. Технологически обоснованным является время настаивания 24 часа, обеспечивающее достижение 90–95% выхода целевых компонентов. Полученный экстракт характеризуется содержанием экстрактивных веществ на уровне 9,2–9,5%, дубильных веществ – от 11,5 до 12,5%, а также

выраженным хвойно-смолистым ароматом и терпким вкусом с древесными нотами. Увеличение доли экстракта в композиции «пиво: экстракт» приводит к закономерным изменениям физико-химических характеристик готового напитка: снижение рН с 4,5 (соотношение 50:50) до 4,1 (30:70); повышение кислотности с 2,40 до 2,80%; увеличение массовой доли сухих веществ с 4,18 до 6,33%; снижение объемной доли спирта с 3,6 об. до 1,8% об. (обусловлено разбавлением базового пива экстрактом, не содержащим ферментируемых углеводов, и возможным ингибированием дрожжевой ферментации фенольными соединениями); уменьшение высоты пены с 20 до 14 мм. При содержании экстракта до 40–50% (соотношения 50:50 и 60:40) показатели пенообразования сохраняются на приемлемом уровне, что подтверждает гипотезу об отсутствии в остовах шишек значительного количества масел, негативно влияющих на пену в отличие от ядра кедрового ореха. Все исследуемые образцы характеризовались янтарным цветом различной интенсивности. Запах варьировал от солодового с тонкой ореховой нотой (50:50) до доминирующего хвойно-орехового (30:70); вкус – от горьковато-солодового с ореховой нотой до резкого хвойно-орехового с высокой терпкостью. Терпкость, возрастающая при соотношениях 40:60 и 30:70, обусловлена повышенным содержанием дубильных веществ (таннинов) и полифенолов.

### Литература

- 1 Егорова Е.Ю., Будаева В.В., Лобанова А.А., Ильсов С.Г. Скорлупа кедрового ореха в производстве алкогольных и безалкогольных напитков // Ползуновский вестник. 2005. № 4. С. 152–156.
- 2 Егорова Е.Ю., Мороженко Ю.В. Методические подходы к разработке и оценке качества новых напитков группы «Дистилляты». Часть 1. Разработка технологии нового напитка // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 45. № 2. С. 98–106.
- 3 Dziedziński M., Stachowiak B., Kobus-Cisowska J., Kozłowski R., Stuper-Szablewska K., Szambelan K., Górna B. Supplementation of beer with *Pinus sylvestris* L. shoots extracts and its effect on fermentation, phenolic content, antioxidant activity and sensory profiles // Electronic Journal of Biotechnology. 2023. Vol. 63. P. 10–17. doi: 10.1016/j.ejbt.2023.01.001
- 4 Гаврилов А.Б., Горяинов С.В., Мариничев А.А., Гесслер Н.Н., Кляйн О.И., Исакова Е.П., Дерябина Ю.И. Состав полифенолов в биоматериалах российских хвойных пород // Химия растительного сырья. 2019. № 2. С. 51–58.
- 5 Кох Ж.А., Кох Д.А. Специальное пиво на основе нетрадиционного растительного сырья // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 2 (70). С. 106–111. doi: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-106-111
- 6 Гагарина И.Н., Попова А.Ю., Лушников А.В., Пименов А.Н. Выделение хвойных экстрактов и изучение их биологической активности // Рациональное использование метода создания и новых продуктов биотехнологического назначения: материалы V Международной научно-практической интернет-конференции по актуальным проблемам в области биотехнологии. Орёл, 08 декабря 2022 года. С. 340–345.
- 7 Гужель Ю.А., Бибик И.В. Функциональный напиток на основе пивного суслу // Фэн-наука. 2012. № 1 (4). С. 15–16.
- 8 Мурат А., Уразбаева К.А., Нурсейтова З.Т., Алтынбеков Р.Ф. Перспективы использования растительных экстрактов в пищевой промышленности // Перспективы использования растительных экстрактов в пищевой промышленности. 2021. № 2 (14). С. 38–43.
- 9 Невзоров В.Н., Кох Ж.А., Мацкевич И.В., Холопов В.Н. Совершенствование технологии и оборудования производства кедрового масла // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 5. С. 444–449. doi: 10.53374/1993-0135-2022-5-444-449
- 10 Коваленко С.А., Сысоева М.А., Нафикова М.Г. Разработка нового сорта светлого пива с добавлением экстракта *Potentilla erecta* // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 3 (93). С. 66–73. doi: 10.20914/2310-1202-2022-3-66-73

- 11 Кретова Ю.И., Калинина И.В. Особенности рынка пивоваренной продукции в текущих экономических условиях: состояние и перспективы развития // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2022. Т. 10. № 2. С. 5–14. doi: 10.14529/food220201
- 12 Lantto T.A., Dorman H.J.D., Shikov A.N., Pozharitskaya O.N. et al. Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of a Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) extract // Food Chemistry. 2009. Vol. 112. No. 4. P. 936–943. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.008
- 13 Salgado-Ramos M., Tabasso S., Calcio Gaudino E., Moreira-Rodríguez M., Cravotto G. Pine nut and walnut shell biorefinery: from agri-food residues to high added-value by-products // Foods. 2024. Vol. 13. No. 23. doi: 10.3390/foods13233700
- 14 Pereira P., Cebola M.-J., Oliveira M.C., Bernardo-Gil M.G. Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts from cones and needles of *Pinus pinaster*: industrial application // Industrial Crops and Products. 2017. Vol. 100. P. 167–177. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.02.027
- 15 Habschied K., Košir I.J., Krstanović V., Kumrić G., Mastanjević K. Beer polyphenols — bitterness, astringency, and off-flavors // Beverages. 2021. Vol. 7. No. 2. Article 38. doi: 10.3390/beverages7020038
- 16 Marques C., Reis P., Dias L.G., Estevinho L.M., Pereira J.A. Effects of botanical ingredients addition on the bioactive compounds and quality of non-alcoholic and craft beer // Plants. 2022. Vol. 11. No. 15. Article 1958. doi: 10.3390/plants11151958
- 17 Coronas R., Bianco A., Niccolai M., Fancello F. et al. Polyphenolic content and antimicrobial effects of plant extracts as adjuncts for craft herbal beer stabilization // Foods. 2024. Vol. 13. No. 17. Article 2804. doi: 10.3390/foods13172804
- 18 Rinaldi B.J.D., Montanher P.F., Johann G. Brewing of craft beer enriched with freeze-dried cape gooseberry: a promising source of antioxidants // Brazilian Journal of Food Technology. 2022. Vol. 25. Article e2022019. doi: 10.1590/1981-6723.01922
- 19 Bustos L., Soto E., Parra F., Echiburú-Chau C., Parra C. Brewing of a porter craft beer enriched with the plant *Parastrephia lucida*: a promising source of antioxidants // Fermentation. 2022. Vol. 8. No. 9. Article 421. doi: 10.3390/fermentation8090421
- 20 Silva S.P., Fernandes J.A.L., Santos A.S., Ferreira N.R. Jambu flower extract (*Acmella oleracea*) increases the antioxidant potential of beer with a reduced alcohol content // Plants. 2023. Vol. 12. No. 8. Article 1581. doi: 10.3390/plants12081581
- 21 Иванов В.А., Прибыткова О.В., Селиванов Н.В., Селиванов А.С., Алексеев Г.В. Разработка технологии производства кваса из несоложёного сырья с применением функциональных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2025. Т. 87. № 2. С. 116–125.

### References

- 1 Egorova E.Yu., Budaeva V.V., Lobanova A.A., Ilyasov S.G. Cedar nut shells in the production of alcoholic and non-alcoholic beverages. *Polzunovsky Bulletin*. 2005. no. 4. pp. 152–156. (in Russian).
- 2 Egorova E.Yu., Morozhenko Yu.V. Methodological approaches to the development and quality assessment of new beverages of the "Distillates" group. Part 1. Development of a new beverage technology. *Technique and Technology of Food Production*. 2017. vol. 45. no. 2. pp. 98–106. (in Russian).
- 3 Dziędziński M., Stachowiak B., Kobus-Cisowska J., Kozłowski R., Stuper-Szablewska K., Szambelan K., Górna B. Supplementation of beer with *Pinus sylvestris* L. shoots extracts and its effect on fermentation, phenolic content, antioxidant activity and sensory profiles. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2023. vol. 63. pp. 10–17. doi: 10.1016/j.ejbt.2023.01.001.
- 4 Gavrilov A.B., Goryainov S.V., Marinichev A.A., Gessler N.N., Klein O.I., Isakova E.P., Deryabina Yu.I. Polyphenol composition in biomaterials of Russian coniferous species. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2019. no. 2. pp. 51–58. (in Russian).
- 5 Kokh Zh.A., Kokh D.A. Special beer based on non-traditional plant raw materials. *Bulletin of Bashkir State Agrarian University*. 2024. no. 2 (70). pp. 106–111. doi: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-106-111 (in Russian).
- 6 Gagarina I.N., Popova A.Yu., Lushnikov A.V., Pimenov A.N. Isolation of coniferous extracts and study of their biological activity. In: *Rational Use of the Method of Creation and New Products of Biotechnological Purpose: Proceedings of the V International Scientific and Practical Internet Conference on Current Problems in the Field of Biotechnology*. Orel, December 08, 2022. pp. 340–345. (in Russian).
- 7 Guzhel Yu.A., Bibik I.V. Functional beverage based on beer wort. *Fan-nauka*. 2012. no. 1 (4). pp. 15–16. (in Russian).
- 8 Murat A., Urazbaeva K.A., Nursaitova Z.T., Altynbekov R.F. Prospects for the use of plant extracts in the food industry. *Prospects for the Use of Plant Extracts in the Food Industry*. 2021. no. 2 (14). pp. 38–43. (in Russian).
- 9 Nevzorov V.N., Kokh Zh.A., Matskevich I.V., Kholopov V.N. Improvement of technology and equipment for the production of cedar oil. *Conifers of the Boreal Zone*. 2022. vol. 40. no. 5. pp. 444–449. doi: 10.53374/1993-0135-2022-5-444-449 (in Russian).
- 10 Kovalenko S.A., Sysoeva M.A., Nafikova M.G. Development of a new variety of light beer with the addition of *Potentilla erecta* extract. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022. vol. 84. no. 3 (93). pp. 66–73. doi: 10.20914/2310-1202-2022-3-66-73 (in Russian).
- 11 Kretova Yu.I., Kalinina I.V. Features of the brewing market in current economic conditions: state and development prospects. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2022. vol. 10. no. 2. pp. 5–14. doi: 10.14529/food220201 (in Russian).
- 12 Lantto T.A., Dorman H.J.D., Shikov A.N., Pozharitskaya O.N. et al. Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of a Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) extract. *Food Chemistry*. 2009. vol. 112. no. 4. pp. 936–943. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.008.
- 13 Salgado-Ramos M., Tabasso S., Calcio Gaudino E., Moreira-Rodríguez M., Cravotto G. Pine nut and walnut shell biorefinery: from agri-food residues to high added-value by-products. *Foods*. 2024. vol. 13. no. 23. [Online first]. doi: 10.3390/foods13233700.

14 Pereira P., Cebola M.-J., Oliveira M.C., Bernardo-Gil M.G. Phenolic compounds and antioxidant activity of extracts from cones and needles of Pinus pinaster: industrial application. *Industrial Crops and Products*. 2017. vol. 100. pp. 167–177. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.02.027.

15 Habschied K., Košir I.J., Krstanović V., Kumrić G., Mastanjević K. Beer polyphenols — bitterness, astringency, and off-flavors. *Beverages*. 2021. vol. 7. no. 2. article 38. doi: 10.3390/beverages7020038.

16 Marques C., Reis P., Dias L.G., Estevinho L.M., Pereira J.A. Effects of botanical ingredients addition on the bioactive compounds and quality of non-alcoholic and craft beer. *Plants*. 2022. vol. 11. no. 15. article 1958. doi: 10.3390/plants11151958.

17 Coronas R., Bianco A., Niccolai M., Fancello F. et al. Polyphenolic content and antimicrobial effects of plant extracts as adjuncts for craft herbal beer stabilization. *Foods*. 2024. vol. 13. no. 17. article 2804. doi: 10.3390/foods13172804.


18 Rinaldi B.J.D., Montanher P.F., Johann G. Brewing of craft beer enriched with freeze-dried cape gooseberry: a promising source of antioxidants. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2022. vol. 25. article e2022019. doi: 10.1590/1981-6723.01922.


19 Bustos L., Soto E., Parra F., Echiburu-Chau C., Parra C. Brewing of a porter craft beer enriched with the plant *Parastrephia lucida*: a promising source of antioxidants. *Fermentation*. 2022. vol. 8. no. 9. article 421. doi: 10.3390/fermentation8090421.

20 Silva S.P., Fernandes J.A.L., Santos A.S., Ferreira N.R. Jambu flower extract (*Acemella oleracea*) increases the antioxidant potential of beer with a reduced alcohol content. *Plants*. 2023. vol. 12. no. 8. article 1581. doi: 10.3390/plants12081581.

21 Ivanov V.A., Pribytkova O.V., Selivanov N.V., Selivanov A.S., Alekseev G.V. Development of technology for the production of kvass from non-malted raw materials using functional yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2025. vol. 87. no. 2. pp. 116–125. (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Жанна А. Кох** к.т.н., доцент, кафедра промышленной экологии, процессы и аппараты химических производств, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, институт химических технологий, Место для ввода текста., jannetta-83@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

**Денис А. Кох** к.т.н., доцент, кафедра химической технологии древесины и биотехнологии, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, институт химических технологий, пр-т, им. газ. «Красноярский рабочий», 31, г. Красноярск, 660037, Россия, dekoch@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>


#### Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Zhanna A. Koch** Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, industrial ecology, processes and equipment for chemical production department, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Institute of Chemical Technology, Krasnoyarsk Worker Ave., 31, Krasnoyarsk, 660037, Russia, jannetta-83@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4016-7596>

**Denis A. Koch** Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, chemical technology of wood and biotechnology department, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Institute of Chemical Technology, Krasnoyarsk Worker Ave., 31, Krasnoyarsk, 660037, Russia, dekoch@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-3047-1386>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 05/05/2026	После редакции 25/05/2026	Принята в печать 01/06/2026
Received 05/05/2026	Accepted in revised 25/05/2026	Accepted 01/06/2026