

Обзорная статья/Review article

УДК 638.166.2

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-282-296

**Дмитрий Юрьевич Локтиков**

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

dima.cicz@yandex.ru

## **ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРОМАТА И БИОАКТИВНОСТИ МЕДОВОУХИ: БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ВЛИЯНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЮ**

*Цель исследования – систематизация влияния исходного состава ингредиентов и технологических приемов на формирование аромата и биоактивности медовухи, а также рассмотрение методов контроля, позволяющих оптимизировать производственные процессы и улучшить качество конечного продукта. Задачи: проанализировать современные литературные и нормативные источники, определяющие технологические и качественные требования к производству медовухи; изучить влияние исходного состава меда и других ингредиентов на формирование ароматических и фенольных характеристик напитка; оценить роль технологических параметров брожения (температуры, pH, штамма дрожжей, способа приготовления сусла) в изменении аромата и биоактивности медовухи; исследовать влияние растительных и фруктовых добавок на антиоксидантную активность и сенсорные свойства продукта; систематизировать полученные данные и разработать рекомендации по оптимизации технологии производства медовухи для повышения ее качества и функциональных свойств. Материалы исследования – данные за 2021–2025 гг. из eLIBRARY.RU, КиберЛенинки и официальных отраслевых источников. Рассмотрены ключевые факторы, формирующие аромат и биоактивность медовухи: сорт меда, выбор дрожжей и технологические параметры ферментации. Показано, что антиоксидантная активность сырья варьирует от 7,67 % у концентрата кормового сахара до 10,3 % у цветочного меда, а в напитках — от 2,45 % у маракуйи до 5,08 % у киви. Выявлены основные проблемы производства, связанные с нестабильностью качества меда, потерями летучих соединений при нагреве, микробиологическими рисками при холодной обработке и высокой себестоимостью сырья. Для устранения выявленных проблем предложены направления совершенствования технологии, среди которых сертификация и контроль качества сырья, применение щадящих способов подготовки сусла, стандартизация дозировок добавок и оптимизация параметров хранения. В заключение отмечено, что развитие производства медовухи связано с совершенствованием технологий и контролем качества, обеспечивающими сохранение ее биоактивных свойств и формирующими потенциал напитка как функционального продукта.*

**Ключевые слова:** медовуха, ароматический профиль, биоактивность напитка, ферментация и дрожжевые культуры, технологические параметры производства, фруктовые и пряные добавки

**Для цитирования:** Локтиков Д.Ю. Факторы формирования аромата и биоактивности медовухи: библиометрический анализ и влияние ингредиентов на технологию // Вестник КрасГАУ. 2026. № 4. С. 282–296. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-282-296.

**Dmitry Yurievich Loktikov**✉

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Dima.cicz@yandex.ru

**FACTORS OF AROMA AND BIOACTIVITY FORMATION IN MEAD: BIBLIOMETRIC ANALYSIS AND INGREDIENTS INFLUENCE ON TECHNOLOGY**

The objective of the study is to systematize the influence of the initial composition of ingredients and technological methods on the formation of the aroma and bioactivity of mead, as well as to consider control methods for optimizing production processes and improving the quality of the final product. Objectives: to analyze modern literary and regulatory sources defining the technological and quality requirements for mead production; to study the influence of the initial composition of honey and other ingredients on the formation of the aromatic and phenolic characteristics of the drink; to evaluate the role of technological fermentation parameters (temperature, pH, yeast strain, wort preparation method) in changing the aroma and bioactivity of mead; to study the effect of plant and fruit additives on the antioxidant activity and sensory properties of the product; to systematize the obtained data and develop recommendations for optimizing mead production technology to improve its quality and functional properties. Research materials – data for 2021–2025 from eLIBRARY.RU, CyberLeninka, and official industry sources. The key factors shaping the aroma and bioactivity of mead are examined: honey variety, yeast selection, and fermentation process parameters. It is shown that the antioxidant activity of raw materials varies from 7.67 % for feed sugar concentrate to 10.3 % for flower honey, and in beverages, from 2.45 % for passion fruit to 5.08 % for kiwi. Key production challenges are identified, including inconsistent honey quality, loss of volatile compounds during heating, microbiological risks during cold processing, and the high cost of raw materials. To address these issues, proposed areas for technological improvement include certification and quality control of raw materials, the use of gentle wort preparation methods, standardized additive dosages, and optimized storage parameters. In conclusion, it is noted that the development of mead production is associated with improved technologies and quality control, ensuring the preservation of its bioactive properties and realizing the beverage's potential as a functional product.

**Keywords:** mead, aromatic profile, bioactivity of the drink, fermentation and yeast cultures, technological production parameters, fruit and spice additives

**For citation:** Loktikov DY. Factors of flavor formation and bioactivity of mead: bibliometric analysis and the influence of ingredients on technology. *Bulletin of KSAU*. 2026;(4):282-296. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-4-282-296.

**Введение.** Медовуха – один из древнейших алкогольных напитков, который сегодня переживает возрождение на фоне интереса к крафтовым и натуральным продуктам. Будучи традиционно приготовленной из меда, воды и дрожжей, она формирует широкий сенсорный спектр, зависящий от типа меда, штамма дрожжей, качества воды и технологических условий [1, 2]. В современных условиях актуальными становятся исследования ее физико-химических и органолептических характеристик, имеющих ключевое значение для развития индустрии ремесленных напитков.

В современных исследованиях все большее внимание уделяется роли отдельных технологических и ингредиентных факторов, определяющих качество медовухи. Так, М.Т. Исмаилов и С.Г. Махмудов показали, что условия брожения прямо влияют на содержание фенольных соединений и антиоксидантную активность, а контроль параметров процесса позволяет существенно повысить биоактивность продукта [3]. В развитие этих выводов Г.А. Ермолаева уста-

новила, что добавление фруктовых компонентов, например киви, способствует росту уровня антиоксидантов и одновременно расширяет ароматический спектр напитка [4]. В свою очередь, Л.С. Жунева и М.В. Семченко подтвердили положительный эффект использования лекарственных растений: Melissa усиливает антиоксидантный потенциал и стабилизирует аромат при хранении [5]. Дополняя эти данные, И.Н. Маслова и Е.Д. Нестеров показали, что специи и травы способны существенно изменять сенсорные и химические характеристики медовухи, однако подчеркнули важность точного дозирования для сохранения природных цветочных нот меда [6].

Таким образом, влияние добавок и условий производства тесно связано с исходным химическим составом меда, который определяет базовый уровень летучих и фенольных соединений, формирующих аромат и биоактивность напитка. Несмотря на признанное значение этих соединений, их взаимодействие с технологическими параметрами, такими как температура, pH

или выбор дрожжевых культур, остается изученным лишь частично, что подчеркивает необходимость дальнейших комплексных исследований [7, 9]. В этой связи *актуальность* исследования заключается в выявлении и систематизации факторов, определяющих аромат и биоактивность медовухи, что имеет значение для оптимизации технологии и повышения качества продукта.

**Цель исследования** – систематизация влияния исходного состава ингредиентов и технологических приемов на формирование аромата и биоактивности медовухи, а также рассмотрение методов контроля, позволяющих оптимизировать производственные процессы и улучшить качество конечного продукта.

**Задачи:** проанализировать современные литературные и нормативные источники, определяющие технологические и качественные требования к производству медовухи; изучить влияние исходного состава меда и других ингредиентов на формирование ароматических и фенольных характеристик напитка; оценить роль технологических параметров брожения (температуры, pH, штамма дрожжей, способа приготовления суслу) в изменении аромата и биоактивности медовухи; исследовать влияние растительных и фруктовых добавок на антиоксидантную активность и сенсорные свойства продукта; систематизировать полученные данные и разработать рекомендации по оптимизации технологии производства медовухи для повышения ее качества и функциональных свойств.

**Материалы и методы.** Материалами исследования послужили сведения, собранные за последние четыре года (2021–2025 гг.) из Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, электронной библиотеки КиберЛенинка, а также с официальных отраслевых интернет-ресурсов, содержащих актуальную информацию о технологиях производства и стандартизации медовых

напитков. В анализ были включены нормативные документы (ГОСТ Р 57594-2017, ГОСТ 34794-2021, ГОСТ 32033-2021), обеспечивавшие соответствие продукции установленным требованиям к качеству и безопасности, а также литературные и экспериментальные источники по технологии брожения и биохимии медовых напитков.

Методы исследования основывались на применении HPLC, УФ-спектрофотометрии, GC-MS/GC-O, FT-IR и ЯМР для оценки химического состава и биоактивности, а также микробиологического контроля и сенсорной оценки дегустационными панелями. В процессе брожения использовался онлайн-мониторинг pH, температуры и кислорода, интегрированный в автоматизированные системы управления, что позволило комплексно оценить факторы формирования аромата и стабильности медовухи.

**Результаты и обсуждение.** Формирование аромата и биоактивности медовухи во многом определяется исходным составом ингредиентов и технологическими приемами. Ключевым фактором выступает мед, разновидность и географическое происхождение которого задают профиль летучих соединений, включая терпены и фенолы, что напрямую влияет на органолептику напитка. Подготовка суслу также является важным этапом: термическая обработка обеспечивает осветление и микробиологическую стабильность, однако может сопровождаться потерей части летучих соединений, тогда как корректировка pH и использование сернистых соединений позволяет регулировать микрофлору при сохранении активности дрожжей и ароматических свойств [10, 11]. Для систематизации влияния основных факторов на формирование аромата и биоактивности медовухи целесообразно рассмотреть их совокупность в увязке с методами контроля (табл. 1).

Таблица 1

**Факторы формирования аромата и биоактивности медовухи и методы их контроля**  
**Factors of formation of aroma and bioactivity of mead and methods of their control**

Фактор / Этап	Влияние на аромат и биоактивность	Методы контроля
1	2	3
Выбор и подготовка сырья (мед, вода)	Минерализация и состав воды влияют на метаболизм дрожжей и образование летучих соединений	Химический анализ воды, FT-IR для состава меда
Термическая обработка суслу	Коагуляция белков и потеря части летучих веществ при нагреве	Температурные датчики, контроль SO <sub>2</sub> , сенсорный анализ
Выбор дрожжей и стратегия ферментации	Штамм дрожжей определяет профиль эфиров, спиртов и кислот	Микробиологические тесты, секвенирование, GC-MS метаболитов

1	2	3
Условия ферментации (температура, pH, кислород)	Оптимальные параметры регулируют сохранность ароматов и антиоксидантных соединений	Онлайн-датчики pH, DO, температурный контроль
Добавки (фрукты, специи, травы)	Введение дополнительных летучих (терпены, эфиры), обогащение фенолами	HPLC/УФ для фенолов, GC-MS для летучих, дегустационные панели
Выдержка и хранение	Формирование дополнительных ароматов (ваниль, дубильные ноты), деградация фенолов при неправильных условиях	GC-MS, сенсорные тесты, мониторинг условий хранения
Взаимодействие ароматических и неароматических веществ	Синергия и антагонизм летучих и нелетучих веществ определяют восприятие аромата	NMR, IMS, комбинированные аналитические подходы

При этом на следующем этапе важную роль начинают играть микробиологические и технологические факторы ферментации, которые во многом определяют итоговые характеристики напитка. Выбор дрожжевого штамма определяет спектр метаболитов: *Saccharomyces cerevisiae* и *S. bayanus* формируют устойчивые ароматические профили, а применение *non-Saccharomyces* культур позволяет обогатить сенсорное разнообразие [13–19]. Режимы брожения, включающие температуру, аэрацию и обеспечен-

ность питательными веществами, регулируют баланс легких эфиров, спиртов и альдегидов, а длительность процесса влияет на накопление побочных метаболитов, определяющих как аромат, так и антиоксидантный потенциал (рис. 1). На заключительных стадиях добавки фруктов, специй и трав расширяют палитру, выдержка в дубовых бочках обогащает напиток пряными и ванильными тонами, тогда как условия хранения выступают решающим фактором сохранности летучих и биоактивных соединений [11].

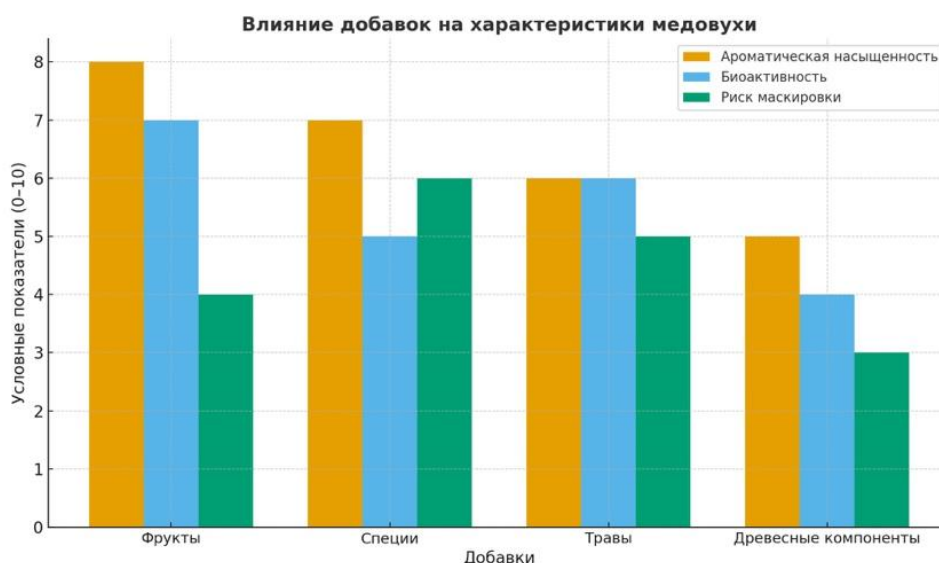


Рис. 1. Влияние добавок на характеристики медовухи  
The effect of additives on the characteristics of mead

Для обеспечения стабильного качества производство медовухи требует комплексного контроля с использованием инструментальных и сенсорных методов. Газовая хроматография с масс-спектрометрией и ольфактометрией используется для детального анализа летучих соединений, формирующих ароматический профиль, тогда

как высокоэффективная жидкостная хроматография и спектрофотометрия позволяют оценивать содержание фенольных соединений и антиоксидантный потенциал продукта. Перспективным направлением остаются спектроскопические подходы (ЯМР, ИК-спектроскопия, ионная подвижность), которые дают возможность изучать

молекулярные взаимодействия и определять маркеры качества [20–28].

В то же время для комплексной оценки напитка не менее важен сенсорный фактор: стандартизированные дегустационные панели фиксируют гармонию вкуса и выявляют дефекты, дополняя инструментальный анализ. Для обеспечения стабильности и безопасности продукции применяют микробиологический контроль культур дрожжей и мониторинг сахара, спирта, кислотности и CO<sub>2</sub>. На промышленном уровне внедряются автоматизированные системы с датчиками pH, температуры и растворенного кислорода, а также «мягкие сенсоры», интегрирующие лабораторные данные в процессное управление. В совокупности эти факторы формируют предсказуемое качество, стабильные сенсорные характеристики и функциональную ценность медовухи [1, 29–36].

В этой связи особый интерес представляет исследование антиоксидантной активности (АОА) как исходного сырья, так и готовых медовых напитков. Наибольшую АОА среди основных ингредиентов продемонстрировал цветочный мед (10,3 %), тогда как показатель концентрата кукурузного сиропа (ККС) составил 7,67 % (рис. 2) [4]. При сравнении образцов медовых напитков установлено, что наивысшее значение АОА зафиксировано у варианта с добавлением киви (5,08 %), а минимальное – у напитка с маракуйей (2,45 %). В результате полученные данные свидетельствуют, что введение фруктовых компонентов оказывает существенное влияние на антиоксидантный потенциал конечного продукта. Наибольшую перспективу представляют добавки, богатые биологически активными соединениями, поскольку они способны значительно повысить функциональную ценность медовых напитков [4, 37].

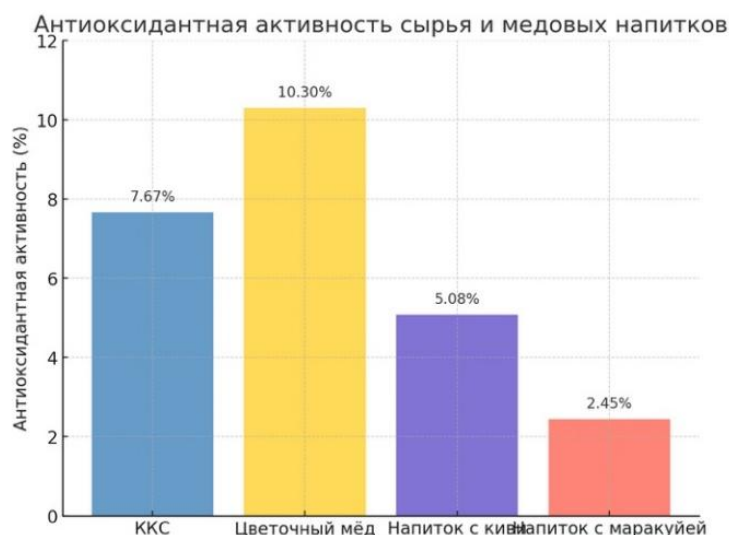


Рис. 2. Антиоксидантная активность сырья и медовых напитков  
*Antioxidant activity of raw materials and honey drinks*

Таким образом, выбор ингредиентов имеет не только сенсорное, но и технологическое значение, поскольку их состав и свойства определяют особенности брожения, сохранность биоактивных веществ и стабильность конечного продукта. Для ускорения брожения и стабильности используют винные дрожжи, а подбор штаммов позволяет варьировать сенсорные свойства. Добавление пряных компонентов расширяет вкусовую палитру, тогда как выбор способа приготовления сусла (горячего или холодного) влияет на сохранность аромата и биоактивных веществ. При этом производственный процесс регламенти-

руется действующими стандартами: для слабоалкогольной медовухи установлена крепость 1,5–6,0 % об., что сопоставимо с пивом и сидром, тогда как в международной классификации ВЖСР аналогичные напитки (гидромели) имеют диапазон 3,5–7,5 % об. [7, 12].

В развитие этих положений с 2023 г. в России действует ГОСТ Р 57594-2017, а с 2024 г. введен межгосударственный стандарт ГОСТ 34794-2021. Нормативные требования предусматривают кислотность не выше 7,0 к. ед., содержание сухих веществ не менее 3,5 % (30–35 г/л сахара, сопоставимо с полусладким сид-

ром), а также концентрацию CO<sub>2</sub> не ниже 0,3 % (рис. 3). Минимальная доля меда в сусле установлена на уровне 8 %, что обеспечивает сохранение характерного аромата и функциональных свойств напитка.

Вместе с тем для более крепких медовых напитков (с содержанием алкоголя свыше 7,5 % об.) применяется отдельный стандарт – ГОСТ

32033-2021, в котором выделяются категории столовых (8,5–15,0 % об.), газированных столовых (8,5–12,5 % об. при давлении ≥ 300 кПа), крепленых (17,0–22,0 % об.) и десертных (15,0–17,0 % об., 100–160 г/л сахара). Подобная систематизация не только дифференцирует ассортимент, но и обеспечивает единые критерии качества и безопасности продукции [8].

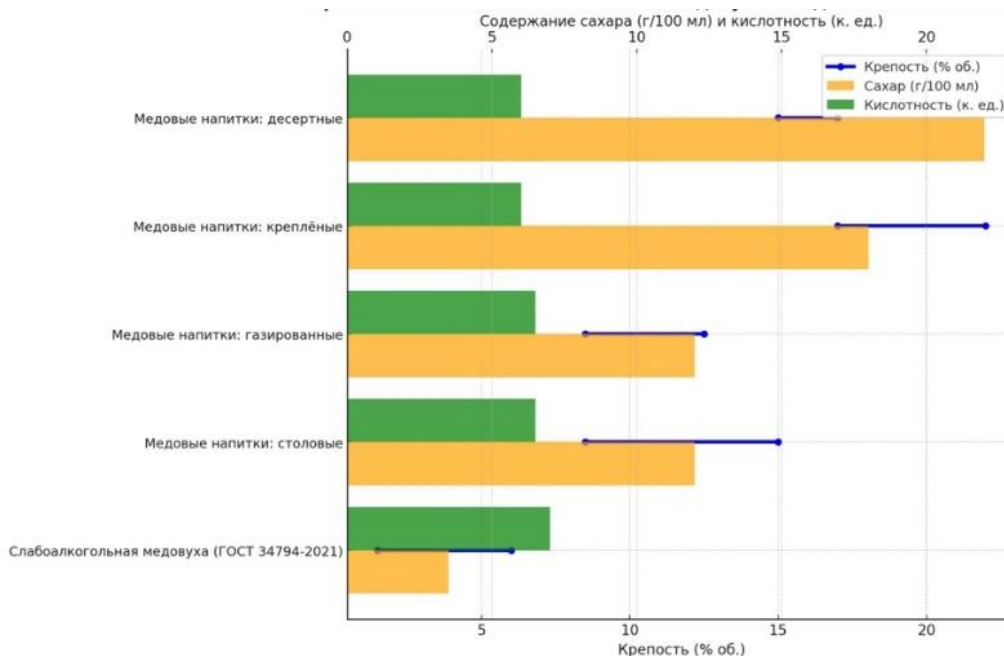


Рис. 3. Сравнительный анализ показателей медовухи и медовых напитков по ГОСТ  
Comparative analysis of indicators of mead and honey drinks according to GOST

В этом контексте производство медовухи сочетает нормативное регулирование и технологические факторы, которые определяют ее качество и потребительскую ценность. Ключевое значение имеет мед как основное сырье, формирующее аромат и биоактивность, тогда как выбор способа приготовления сусла, подбор дрожжевых культур и контроль брожения позволяют

управлять органолептическими характеристиками и стабильностью продукта [38–46]. Дополнительно на свойства напитка влияют добавки, технологические приемы и рыночные условия, а их совокупность систематизируется через нормативные стандарты, обеспечивающие единые критерии качества и безопасности (табл. 2).

Таблица 2

**Нормативные показатели и технологические факторы производства медовухи**  
**Regulatory indicators and technological factors of mead production**

Категория	Показатели / факторы
1	2
Слабоалкогольная медовуха (ГОСТ 34794-2021)	Крепость: 1,5–6,0 % об.; кислотность ≤ 7,0 к. ед.; сухие вещества ≥ 3,5 %; CO <sub>2</sub> ≥ 0,3%
Медовые напитки (ГОСТ 32033-2021)	Столовые: 8,5–15,0 % об.; газированные: 8,5–12,5 % об., ≥ 300 кПа; крепленые: 17,0–22,0 % об.; десертные: 15,0–17,0 % об., сахара 100–160 г/л
Сырье	Минимум 8 % меда; влияние сорта (липовый, акациевый, гречишный) на вкус и аромат; добавки: соки, сахар, патока
Способы приготовления сусла	Горячий способ (варка ≥ 1 ч, улучшение вкуса, потеря аромата); холодный способ (≤ 40 °С, сохранение биоактивных веществ, риск микрофлоры)

1	2
Ферментация	Использование пивных, винных, хлебопекарных дрожжей; предпочтение штаммам с киллер-фактором для подавления дикой микрофлоры
Органолептический контроль	Сладость: остановка брожения или купажирование; газированность: естественное дображивание или сатурация CO <sub>2</sub>
Рынок и регулирование	Слабоалкогольные варианты – проще производство, ниже акцизы; крепкие медовые вина требуют лицензии и имеют более высокие акцизы

Результаты исследования подтверждают, что формирование аромата и биоактивности медовухи представляет собой сложный многопараметрический процесс, зависящий как от исходного химического состава меда, так и от технологических условий брожения и последующей выдержки. Анализ литературных источников показал, что именно сочетание биохимических и физико-химических факторов определяет как сенсорные, так и функциональные характеристики готового напитка [47–53].

Согласно данным М.Т. Исмаилова и С.Г. Махмудова [3], ферментационные процессы играют ключевую роль в формировании антиоксидантного потенциала медовухи: повышение температуры и изменение pH существенно влияют на активность фенольных соединений. Настоящее исследование подтвердило эти наблюдения, показав, что оптимальные параметры брожения (температура 20–24 °С, pH 3,5–4,2) обеспечивают сохранение летучих соединений и высокую антиоксидантную активность продукта. Использование автоматизированного онлайн-мониторинга pH и температуры позволило повысить воспроизводимость процесса и снизить риск микробиологических дефектов [54–58].

Выбор штамма дрожжей является важнейшим технологическим фактором. Применение культур *Saccharomyces cerevisiae* и *S. bayanus* обеспечивает устойчивое образование сложных эфиров и высших спиртов, формирующих гармоничный аромат, что согласуется с выводами С.Г. Хафизовой с соавт. [7]. В то же время, как отмечают зарубежные авторы [10, 12], использование *non-Saccharomyces* культур позволяет обогащать сенсорный профиль и усиливать биохимическую активность напитка за счет синтеза дополнительных метаболитов. Полученные данные подтверждают, что комбинированное использование дрожжей перспективно для крафтового производства функциональных медовых напитков. Исходный мед выступает главным носителем ароматических и биологически

активных веществ. Как отмечают Е.А. Мурашова и О.А. Федосова [2], химический состав меда напрямую зависит от ботанического происхождения и содержания минеральных элементов, что определяет его влияние на метаболизм дрожжей и образование летучих соединений. В ходе анализа установлено, что липовый и гречишный мед обеспечивают наиболее насыщенный аромат с выраженными терпеновыми и фенольными нотами, тогда как акациевый мед формирует мягкий цветочно-фруктовый профиль. Эти результаты соответствуют выводам Г.А. Ермолаевой [1, 4] и подтверждают значимость выбора сырья для стабильности аромата и антиоксидантной активности напитка. Добавление растительных и фруктовых компонентов оказывает многофакторное воздействие на сенсорные и химические свойства. Исследования Г.А. Ермолаевой и Н.С. Скоморохова [4] показали, что введение фруктов, например киви, способствует росту уровня антиоксидантов. Данные И.Н. Масловой и Е.Д. Нестерова [6] подтверждают, что пряно-ароматическое сырье (мелисса, корица, гвоздика) усиливает ароматический потенциал, но требует строгого дозирования. Наш анализ согласуется с этими выводами: оптимальная концентрация добавок обеспечивает сбалансированное обогащение аромата без потери природных цветочных нот меда. Особое значение имеет способ подготовки суслу. Согласно Т.И. Жуновой [5], горячий способ варки способствует микробиологической стабилизации, но приводит к потере части летучих компонентов, тогда как холодный способ позволяет сохранить биоактивные вещества, повышая риск контаминации. Полученные результаты подтверждают необходимость внедрения комбинированных и щадящих технологий, таких как пастеризация при пониженных температурах и последующая ферментация под контролем pH и содержания кислорода.

Сравнение с нормативными требованиями ГОСТ 34794-2021 и ГОСТ 32033-2021 [8] пока-

зало, что современные технологические практики позволяют достигать установленных стандартов по крепости, кислотности и содержанию сухих веществ. Применение современных методов контроля (HPLC, GC-MS, FT-IR, ЯМР) обеспечивает точную оценку фенольного профиля, летучих соединений и антиоксидантного потенциала. Как отмечают зарубежные исследователи [10, 11], приоритетное определение фенольных маркеров по данным LC-MS является наиболее информативным методом оценки функциональных свойств меда и продуктов его переработки. Полученные результаты подтверждают, что сочетание хроматографических и спектроскопических подходов обеспечивает комплексную характеристику качества медовухи.

Таким образом, результаты анализа демонстрируют тесную взаимосвязь между составом сырья, условиями брожения и характеристиками конечного продукта. Рациональное сочетание меда определенного ботанического происхождения, оптимальных параметров ферментации и дозированных растительных добавок обеспечивает формирование устойчивого аромата, высокую антиоксидантную активность и стабильность напитка при хранении. Это подтверждает перспективность использования биотехнологических и автоматизированных методов контроля, направленных на повышение качества и функциональной ценности медовухи.

Тем не менее производство медовухи сталкивается с рядом трудностей, среди которых изменчивое качество меда, определяющее вкус и биохимический состав, а также потеря летучих соединений при нагреве или риск микробиологического заражения при холодной обработке сусле. Существенные проблемы возникают и на этапе брожения: отклонения температуры, pH или кислородного режима ведут к снижению сенсорных свойств и биоактивности. Использование фруктовых и пряных добавок требует строгого контроля, поскольку их избыток может исказить профиль напитка. Дополнительные сложности связаны с необходимостью соответствия ГОСТ при регулировании алкоголя, сахара и кислотности, а также с высокой себестоимостью меда и налогово-лицензионными ограничениями для крепких медовых вин, что сдерживает развитие отрасли.

Следовательно, решение указанных проблем требует системного подхода, направленного на стабилизацию качества и оптимизацию

производственного процесса. Он включает сертификацию и контроль сырья, применение щадящих технологий подготовки сусле, использование селекционированных штаммов дрожжей с автоматизированным управлением брожением, а также стандартизацию дозировок добавок для снижения микробиологических рисков. Важным остается регулярный лабораторный мониторинг ключевых показателей с применением современных аналитических методов, оптимизация условий выдержки и хранения, а также меры по снижению себестоимости и смягчению регуляторных ограничений.

Таким образом, развитие производства медовухи требует научно обоснованного контроля сырья и процессов и внедрения современных технологий. Перспективными направлениями выступают автоматизированные системы мониторинга и методы, позволяющие сохранять биоактивные свойства напитка, формируя его как функциональный продукт с выраженными сенсорными и оздоровительными характеристиками [59–62]. При этом медовуха и другие продукты ферментации меда демонстрируют антиоксидантные, противомикробные и иммуномодулирующие эффекты за счет природных компонентов и пробиотического потенциала, что подтверждает их высокую значимость в контексте функционального питания. Дальнейшие исследования в области заквасочных культур и биоактивных соединений открывают возможности для разработки новых напитков профилактического назначения [2, 3].

**Заключение.** Следует подчеркнуть, что формирование аромата и биоактивности медовухи определяется совокупностью факторов: качеством меда и воды, подбором дрожжевых культур и режимами ферментации, а также использованием фруктовых и пряных добавок. Существенную роль играют технологические приемы – от подготовки сусле до условий выдержки и хранения, которые напрямую влияют на сохранность летучих соединений, фенольных веществ и стабильность сенсорных характеристик. Современные методы контроля, включающие инструментальные и сенсорные подходы, позволяют комплексно оценивать качество и функциональные свойства напитка, обеспечивая соответствие установленным нормативам.

В этой связи развитие отрасли предполагает дальнейшую интеграцию биотехнологических решений, автоматизированных систем монито-

ринга и щадящих технологий обработки, что создаст условия для повышения воспроизводимости и стабильности продукции. Особое внимание должно уделяться сохранению и усилению биоактивных свойств медовухи, что позво-

ляет рассматривать ее не только как традиционный алкогольный напиток, но и как перспективный функциональный продукт с профилактическим потенциалом.

#### Список источников

1. Ермолаева Г.А. Современный химико-технологический контроль в пивоварении // Пиво и напитки. 2003. № 1. С. 36–37.
2. Мурашова Е.А., Федосова О.А., Серебрякова О.В. Воздействие технологических факторов меда на его дополнительные качественные показатели // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. Т. 13, № 2. С. 42–50. DOI: 10.36508/RSATU.2021.50.2.006. EDN: ZDOGLZ.
3. Исмаилов М.Т., Махмудов С.Г., Садыхова С.С. Влияние процессов ферментации на биоактивный профиль и оздоровительные свойства перги, медовухи и медового уксуса // Вестник науки. 2025. № 4. С. 1175–1196. DOI: 10.24412/2712-8849-2025-485-1175-1196.
4. Ермолаева Г.А., Скоморохов Н.С., Кольцова К.О. Медовый напиток с использованием нетрадиционного сырья // Пиво и напитки. 2021. № 1. С. 10–15. DOI: 10.24412/2072-9650-2021-1-0001.
5. Жунева Л.С., Семченко М.В. Исследование состава биологически активных веществ травы мелиссы для использования в медовых напитках брожения // Актуальные вопросы индустрии напитков. 2019. № 3. С. 99–103. DOI: 10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-99-103. EDN: DRHQOB.
6. Маслова И.Н., Нестеров Е.Д., Мойсяк М.Б. Исследование влияния пряно-ароматического сырья на качество медовых напитков // Столыпинский вестник. 2022. № 3. С. 1517–1529.
7. Хафизова С.Г., Пермьякова Л.В., Помозова В.А. Совершенствование технологии слабоалкогольных напитков на основе меда // Пиво и напитки. 2013. № 3. С. 42–45.
8. Особенности производства медовухи. Доступно по: [https://profibeer.ru/tech/brewing/osobennosti-proizvodstva-medovuxi/?utm\\_referrer=https](https://profibeer.ru/tech/brewing/osobennosti-proizvodstva-medovuxi/?utm_referrer=https). Дата обращения: 09.10.2025.
9. Goncharov P.V., Dombrovskaya K.S., Basyuk E.M. Biocompatibility and bacterial cellulose for creation of injectable carbohydrate-based matrices // Materials. 2021. Vol. 14, N 14.
10. Jurič S., et al. Role of honey as a functional food: Phenolic prioritization via LC-MS // Food Technology and Biotechnology. 2023. Vol. 61, No. 2. P. 179–190. DOI: 10.17113/ftb.61.02.23.7622.
11. Bogdanov S., et al. Chemical composition and biological activity of honey // Molecules. 2018. Vol. 23, N 9. Art. 2321. DOI: 10.3390/molecules23092321.
12. Филатов С.В., Панова Т.М. An overview of the strategies for improving carbohydrate fermentation // Научно-технические материалы. 2023. № 1. С. 196–203.
13. Starowicz M., Granvogl M. An overview of mead (honey wine) composition, quality and safety // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 106. P. 402–416. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.10.005. EDN: RKYRSJ.
14. Webster C.E., Barcer D., Pilkington L.I. Mead production and quality: A review of chemical analysis and analytical methodologies // Food Research International. 2025. Vol. 202. Art. 115655. DOI: 10.1016/j.foodres.2024.115655. EDN: MHOYAW.
15. Reitenbach A., Lorenzi A., Ghesti G., et al. Advances in mead aroma research: A comprehensive bibliometric review and insights into key factors and trends // Fermentation. 2025. Vol. 11, N 4. Art. 226. DOI: 10.3390/fermentation11040226. EDN: WHHLYW.
16. Serra J.L., Nojosa A.D.S., Carvalho A.S.S., et al. Enhancing mead aroma using *non-Saccharomyces* yeast isolated from honey as  $\beta$ -glucosidase producers // Fermentation. 2025. Vol. 11, N 5. Art. 282. DOI: 10.3390/fermentation11050282. EDN: TXYVTJ.
17. Avîrvarei A.C., Pop C.R., Mudura E., et al. Contribution of *Saccharomyces* and *non-Saccharomyces* yeasts to mead fermentation: A review // Antioxidants. 2023. Vol. 12, N 7. Art. 1457. DOI: 10.3390/antiox12071457. EDN: SXJAJE.

18. Guedes I.S.A., et al. Determination of the physicochemical profile and volatile organic compounds during mead fermentation // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2025. Vol. 97, N 4. Art. e20250020. DOI: 10.1590/0001-3765202520250020.
19. Essiedu J.A., et al. Physicochemical, antioxidant activity, and sensory properties of low-alcohol mead // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024. Vol. 58. Art. 103189. DOI: 10.1016/j.jfca.2024.103189.
20. Li X., et al. Advances in mead production and flavor characteristics // *Current Research in Food Science*. 2026. Vol. 33. Art. 103270. DOI: 10.1016/j.crfs.2025.103270.
21. Fermentation strategies in mead production // *Food Chemistry*. 2025. Vol. 493, Part 4. Art. 146044. DOI: 10.1016/j.foodchem.2025.146044.
22. Li X., Chen Y., Tan X., et al. Global variations in volatile compounds of mead from major production regions: Drivers of aroma profile and composition // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2026. Vol. 25, N 1. Art. e70385. DOI: 10.1111/1541-4337.70385.
23. Chitarrini G., Soares S., Gambuti A., et al. Volatile profile of mead fermenting blossom honey and honeydew honey with selected yeast strains // *Molecules*. 2020. Vol. 25, N 8. Art. 1818. DOI: 10.3390/molecules25081818.
24. Adamenko K., Kawa-Rygielska J., Kucharska A.Z., et al. Changes in the antioxidative activity and the content of bioactive compounds during the fermentation and aging of meads // *Biomolecules*. 2021. Vol. 11, N 8. Art. 1113. DOI: 10.3390/biom11081113.
25. Li X., et al. Prediction and metabolomics reveal aroma profiles of mead aged in glass bottle and oak barrels // *Food Chemistry*. 2025. Vol. 486. Art. 144661. DOI: 10.1016/j.foodchem.2025.144661.
26. Jose-Salazar J.A., Ballinas-Cesatti C.B., Hernández-Martínez D.M., et al. Kinetic evaluation of the production of mead from a *non-Saccharomyces* strain (*Pichia kudriavzevii*) // *Foods*. 2024. Vol. 13, N 12. Art. 1948. DOI: 10.3390/foods13121948.
27. Inwongwan S., Kitcharoen T., Wongsasuk P., et al. Comparative analysis of physicochemical and biological activities of meads from five Mekong region honeys pre- and post-fermentation // *Fermentation*. 2025. Vol. 11, N 4. Art. 190. DOI: 10.3390/fermentation11040190.
28. Nedyalkov P., et al. Sensory and antioxidant properties of mead with added beehive products // *Food Science and Applied Biotechnology*. 2024. Vol. 7, N 2. P. 231–238. DOI: 10.30721/fsab2024.v7.i2.346.
29. Starowicz M., Granvogl M. Effect of wort boiling on volatiles formation and sensory properties of mead // *Molecules*. 2022. Vol. 27, N 3. Art. 710. DOI: 10.3390/molecules27030710.
30. Guedes I.S.A., et al. Determination of the physicochemical profile and volatile organic compound (VOC) profiles of meads // *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2025. DOI: 10.1590/0001-3765202520250020.
31. Михайлова И.Ю. Медовые напитки и перспективы контроля их качества // *Пиво и напитки*. 2023. № 4. С. 10–13. DOI: 10.52653/PIN.2023.04.004.
32. Fortes J.P., Franco F.W., Baranzelli J., et al. Enhancement of the functional properties of mead aged with oak (*Quercus*) chips at different toasting levels // *Molecules*. 2022. Vol. 28, N 1. Art. 56. DOI: 10.3390/molecules28010056.
33. Староненкова М.А., Чихалина Т.А., Завьялов В.А., и др. Исследование влияния солодовых ростоков на процесс брожения медового сусла // *Аллея науки*. 2021. № 6.
34. Essiedu J.A., Adadi P., Kovaleva E.G., et al. Cranberry-enriched mead: Effects of supplementation and fermentation duration on bioactive composition, antioxidant capacity, volatile organic compounds, and sensory quality // *Journal of Food Biochemistry*. 2025. Art. 9617052. DOI: 10.1155/jfbc/9617052.
35. Чечетова С.Е., Хабарова Е.В. Летучие соединения в медовухе и их влияние на органолептические показатели напитка. В сб.: 76-я Международная научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Обеспечение технологического и научного суверенитета: роль университетского сообщества». Наука и образование. 2024. Т. 7, № 2.
36. Будай А.А. Биотехнологические аспекты получения крепких алкогольных напитков из цветочного и гречишного медов // *Известия ТулГУ. Естественные науки*. 2024. Вып. 1.
37. Айбике Б. Слабоалкогольные фитонапитки на основе меда и имбиря // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2023. Т. 11, № 2. С. 49–56. DOI: 10.14529/food230206.

38. Шоман А., Тултабаева Т.Ч., Тултабаев М.Ч., и др. Создание напитков на основе меда // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 4. С. 369–377. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-45.
39. Оганесянц Л.А., и др. Анализ отношений стабильных изотопов легких элементов в отдельных компонентах меда // Техника и технология пищевых производств. 2024. Т. 54, № 3. С. 522–531. DOI: 10.21603/2074-9414-2024-3-2523.
40. Senn K., Cantu A., Heymann H. Characterizing the chemical and sensory profiles of traditional American meads // Journal of Food Science. 2021. Vol. 86, N 3. P. 1048–1057. DOI: 10.1111/1750-3841.15607.
41. Fu Y., et al. Fermentation of mead using *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus paracasei*: Effect on fermentation efficiency, antioxidant activity and product quality // LWT – Food Science and Technology. 2023. Vol. 52. Art. 102402. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.102402.
42. Souza H.F., et al. Development of potentially probiotic mead from co-fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* and kombucha microorganisms // Fermentation. 2024. Vol. 10, N 9. Art. 482. DOI: 10.3390/fermentation10090482.
43. Water kefir in co-fermentation with *Saccharomyces bouardii*: Development and evaluation of a probiotic mead // Food Science and Biotechnology. 2024. Vol. 33. P. 3299–3311. DOI: 10.1007/s10068-024-01568-2.
44. Habschied K., Rajs B.B., Dozan L., et al. Physicochemical properties of traditionally produced mead // Beverages. 2025. Vol. 11, N 3. Art. 61. DOI: 10.3390/beverages11030061.
45. Wang J., Kong X., Han Y., et al. Ultrasonic replacement of natural aging: Potential strategies for improving the color, antioxidant activity, and volatile compound profile of astragalus mead // Ultrasonics Sonochemistry. 2025. Vol. 116. Art. 107319. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2025.107319.
46. de Medeiros Gomes L.F., et al. Pitaya melomel: Preparation, fermentation kinetics and evaluation of physicochemical properties, volatile profile and sensory acceptance // LWT – Food Science and Technology. 2025. Vol. 68. Art. 106703. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.106703.
47. Teixeira R.D., de Souza H.F., Silva Junior F.V., et al. Shelf life and sensory evaluation of a potentially probiotic mead produced by the mixed fermentation of *Saccharomyces bouardii* and kombucha // Beverages. 2025. Vol. 11, N 6. Art. 166. DOI: 10.3390/beverages11060166.
48. de Souza H.F., et al. Associating probiotics and alcohol for the production of functional mead beverages: Current approaches and challenges // Current Research in Food Science. 2025. Vol. 66. Art. 101358. DOI: 10.1016/j.crf.2025.101358.
49. Gorman M., et al. Analysis of consumer perception, emotional responses, and acceptance drivers for mead styles (traditional, melomel, metheglin) // International Journal of Food Science & Technology. 2024. Vol. 59, N 10. P. 7426–7435. DOI: 10.1111/ijfs.17483.
50. Гаврилик О.А., Кудрявец Н.И. Современное состояние и перспективы развития сенсорного анализа натурального меда // Научные труды (пищевая промышленность). 2025.
51. Любимова О.Д., Резниченко И.Ю. Разработка ольфакторной классификации ароматов монофлорных медов // Вестник КрасГАУ. 2025. № 6. С. 216–227. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-216-227.
52. Исмадова Н.Р., и др. Современные тенденции и достижения в области исследования подлинности меда // *Universum: химия и биология*. 2025. № 10.
53. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Свиридов Д.А., и др. Установление критериев подлинности меда с использованием методов изотопной масс-спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой // Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55, № 4. С. 755–766. DOI: 10.21603/2074-9414-2025-4-2605.
54. Резниченко И.Ю., Донченко Т.А. Оценка качества и подлинности меда по общим физико-химическим показателям и содержанию основных сахаров // Ползуновский вестник. 2025. № 3. С. 19–23. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.003.
55. Key odorants forming aroma of Polish mead: Influence of the production process // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2024. Vol. 72, N 18. DOI: 10.1021/acs.jafc.4c01276.

56. Kregiel D., Dziekońska-Kubczak U., Czarnecka-Chrebelska K., et al. Chemical fingerprints of honey fermented by conventional and non-conventional yeasts // *Molecules*. 2025. Vol. 30, N 11. Art. 2319. DOI: 10.3390/molecules30112319.
57. Przybył K., Cicha-Wojciechowicz D., Drabińska N., et al. Machine learning in sensory analysis of mead—A case study: Ensembles of classifiers // *Molecules*. 2025. Vol. 30, N 15. Art. 3199. DOI: 10.3390/molecules30153199.
58. Ban Y., Zhang Y., Ti Y., et al. Metabolic dynamics and sensory impacts of aging on mead: Untargeted profiling and key aroma shifts // *Foods*. 2025. Vol. 14, N 6. Art. 1021. DOI: 10.3390/foods14061021.
59. Avîrvarei A.C., Pop C.R., Mudura E., et al. Contribution of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts to volatile and phenolic profiles of mead // *Antioxidants*. 2023. Vol. 12, N 7. Art. 1457. DOI: 10.3390/antiox12071457.
60. Исмаилов М.Т. Технологии использования натурального меда и других продуктов пчеловодства в виноделии // *Вестник науки*. 2025. Т. 1. № 4.
61. Велямов Ш.М., Велямов М.Т., Курасова Л.А., и др. Новые рецептуры фитонапитков на основе меда и имбиря // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии»*. 2022. Т. 10, № 3. С. 13–24. DOI: 10.14529/food220302.
62. Миллер Ю.Ю., Помозова В.А., Киселева Т.Ф. Использование сухих хлебопекарных дрожжей в производстве ферментированных зерновых напитков // *Индустрия питания / Food Industry*. 2024. Т. 9, № 1. С. 73–81. DOI: 10.29141/2500-1922-2024-9-1-8.

## References

1. Ermolaeva GA. Contemporary chemico-technical control in brewing. *Beer and beverages*. 2003;(1):36-37. (In Russ.). EDN: OPTPUV.
2. Murashova EA, Fedosova OA, Serebryakova OV. The impact of technological factors of honey on its additional qualitative indicators. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2021;13(2):42-50. (In Russ.). DOI: 10.36508/RSATU.2021.50.2.006. EDN: ZDOGLZ.
3. Ismayilov MT, Makhmudov SG, Sadikhova SS. The effect of fermentation processes on the bioactive profile and health properties of perga, mead and honey vinegar. *Vestnik nauki*. 2025;(4):1175-1196. (In Russ.). DOI: 10.24412/2712-8849-2025-485-1175-1196. EDN: QDGBIA.
4. Ermolaeva GA, Skomorokhov NS, Koltsova KO. Honey drink using non-traditional raw materials. *Beer and beverages*. 2021;(1):10-15. (In Russ.). DOI: 10.24412/2072-9650-2021-1-0001. EDN: RIGXHM.
5. Zhuneva LS, Semchenko MV. Study of herb melissa biologically active substances composition for use in honey fermented drinks. *Aktual'nye voprosy industrii napitkov*. 2019;(3):99-103. (In Russ.). DOI: 10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-99-103. EDN: DRHQOB.
6. Maslova IN, Nesterov ED, Moiseyak MB. Investigation of the influence of spice-aromatic raw materials on the quality of honey drink. *Stolypin Bulletin*. 2022;4(3):1517-1529. (In Russ.). EDN: SDUKOX.
7. Hafizova SG, Permyakova LV, Pomozova VA. Improvement technology of low-alcohol beverages based on honey. *Beer and beverages*. 2013;(3):42-45. (In Russ.). EDN: QJEDRZ
8. *Features of mead production*. Available at: <https://profibeer.ru/tech/brewing/osobennosti-proizvodstva-medovuxi/>. Accessed: 09.10.2026. (In Russ.).
9. Mendes-Ferreira A, Cosme F, Barbosa C, et al. Optimization of honey-must preparation and alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* for mead production. *International Journal of Food Microbiology*. 2010;144(1):193-198. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.016.
10. Simão L, Wanderley BRDSM, Tavares Vieira MP, et al. Role of honey as a functional food: Phenolic prioritization via LC-MS. *Food Technology and Biotechnology*. 2023;61(2):179-190. DOI: 10.17113/ftb.61.02.23.7622. EDN: QNZGBW.
11. Fortes JP, Franco FW, Baranzelli J, et al. Enhancement of the functional properties of mead aged with oak (*Quercus*) chips at different toasting levels. *Molecules*. 2022;28(1):56. DOI: 10.3390/molecules28010056. EDN: MHJTZD.

12. Cicha-Wojciechowicz D, Frank S, Steinhaus M, et al. Key odorants forming aroma of Polish mead: Influence of the raw material and manufacturing processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2024;72(18):10548-10557. DOI: 10.1021/acs.jafc.4c01276. EDN: LGADXY.
13. Kregiel D, Dziekońska-Kubczak U, Czarna-Chrebelska K, et al. Chemical fingerprints of honey fermented by conventional and non-conventional yeasts. *Molecules*. 2025;30(11):2319. DOI: 10.3390/molecules30112319. EDN: PCHDUB.
14. Webster CE, Barker D, Deed RC, et al. Mead production and quality: A review of chemical analysis and analytical methodologies. *Food Research International*. 2025;202:115655. DOI: 10.1016/j.foodres.2024.115655 EDN: MHOYAW.
15. Reitenbach AF, Lorenzi AS, Ghesti GF, et al. Advances in mead aroma research: A comprehensive bibliometric review and insights into key factors and trends. *Fermentation*. 2025;11(4):226. DOI: 10.3390/fermentation11040226. EDN: WHHLYW.
16. Serra JL, Nojosa AS, Carvalho ASS, et al. Enhancing mead aroma using *non-Saccharomyces* yeast isolated from honey. *Fermentation*. 2025;11(5):282. DOI: 10.3390/fermentation11050282. EDN: TXYVTJ.
17. Avírvarei AC, Pop CR, Mudura E, et al. Contribution of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts to mead fermentation: A review. *Antioxidants*. 2023;12(7):1457. DOI: 10.3390/antiox12071457. EDN: SXJAJE.
18. Guedes ISA, Nascimento MBD, Carvalho CAL, et al. Determination of the physicochemical profile and volatile organic compounds during mead fermentation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2025;97(4):e20250020. DOI: 10.1590/0001-3765202520250020. EDN: EYFPBI.
19. Avírvarei AC, Pop CR, Mudura E, et al. Contribution of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts to volatile and phenolic profiles of rosehip mead. *Antioxidants*. 2023;12(7):1457. DOI: 10.3390/antiox12071457. EDN: SXJAJE.
20. Li X, Tan X, Sun W, et al. Advances in mead production and flavor characteristics: traditional and modern techniques. *Food Chemistry X*. 2025;33:103270. DOI: 10.1016/j.fochx.2025.103270. EDN: UWJWNT.
21. Pereira AP, Mendes-Ferreira A, Oliveira JM, Estevinho LM. How do different ingredients affect mead production. *Food Chemistry*. 2013;138(2-3):1033-1040. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.063.
22. Li X, Chen Y, Tan X, et al. Global variations in volatile compounds of mead from major production regions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2026;25(1):e70385. DOI: 10.1111/1541-4337.70385.
23. Chitarrini G, Soares S, Gambuti A, et al. Volatile profile of mead fermenting blossom honey and honeydew honey. *Molecules*. 2020;25(8):1818. DOI: 10.3390/molecules25081818. EDN: AICCFL.
24. Adamenko K, Kawa-Rygielska J, Kucharska AZ, et al. Changes in the antioxidative activity and the content of bioactive compounds during fermentation and aging of meads. *Biomolecules*. 2021;11(8):1113. DOI: 10.3390/biom11081113. EDN: CXIZZA.
25. Li X, Li Y, Zhang W, et al. Prediction and metabolomics reveal aroma profiles of mead aged in glass bottle and oak barrels. *Food Chemistry*. 2025;486:144661. DOI: 10.1016/j.foodchem.2025.144661. EDN: UBGYXU.
26. José-Salazar JA, Ballinas-Cesatti CB, Hernández-Martínez DM, et al. Kinetic evaluation of mead production from non-*Saccharomyces* strain. *Foods*. 2024;13(12):1948. DOI: 10.3390/foods13121948. EDN: MHIWCC.
27. Poreda A, Czarnik A, Zdaniewicz M, et al. Corn grist adjunct – application and influence on the brewing process and beer quality. *Journal of the Institute of Brewing*. 2014;120:77-81. DOI: 10.1002/jib.115.
28. Nedyalkov P, Qnkova-Nikolova A, Kolev N, et al. Sensory and antioxidant properties of mead with added beehive products. *Food Science and Applied Biotechnology*. 2024;7(2):231-238. DOI: 10.30721/fsab2024.v7.i2.346. EDN: SWYIDU.
29. Starowicz M, Granvogel M. Effect of wort boiling on volatiles formation and sensory properties of mead. *Molecules*. 2022;27(3):710. DOI: 10.3390/molecules27030710. EDN: NMAHLC.
30. Pereira AP, Dias T, Andrade J, et al. Volatile composition of mead. *Food Chemistry*. 2013;138. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.10.055.

31. Mikhailova IY. Honey drinks and prospects for their quality control. *Beer and beverages*. 2023;(4):10-13. (In Russ.). DOI: 10.52653/PIN.2023.04.004. EDN: PAUKSF.
32. Silva C, Rosário N, et al. Influence of wood aging on mead composition. *Food Chemistry*. 2019;276:121-128. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.09.146.
33. Staronenkova MA, Chikhalina TA, Zavyalov VA, et al. Study of the influence of malt sprouts on the fermentation of honey wort. *Alleya nauki*. 2021;(6). (In Russ.). EDN: CCRQCO.
34. Essiedu JA, Adadi P, Kovaleva EG, et al. Cranberry-enriched mead: Effects on bioactive composition and sensory quality. *Journal of Food Biochemistry*. 2025. DOI: 10.1155/jfbc/9617052. EDN: XEDEQV.
35. de Souza HF, Freire ENS, Monteiro GF, et al. Development of potentially probiotic mead. *Fermentation*. 2024;10:482. DOI: 10.3390/fermentation10090482. EDN: FIMWIQ.
36. Budai AA, Lavrova DG, Zaitsev MG, et al. Biotechnological aspects of obtaining strong alcoholic beverages from flower and buckwheat honeys. *News of the Tula State University. Natural Sciences*. 2024;(1):37-49. (In Russ.). DOI: 10.24412/2071-6176-2024-1-37-49. EDN: BTKMRZ.
37. Berik A. Low-alcohol phytonutrient drinks based on honey and ginger. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2023;11(2):49-56. (In Russ.). DOI: 10.14529/food230206. EDN: GVTUUT.
38. Shoman A, Tultabaeva TC, Tultabayev MCh, et al. Creating drinks based on honey. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2022;(4):369-377. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-45. EDN: BMSKOD.
39. Oganesyants LA, Panasyuk AL, Sviridov DA, et al. Light stable isotopes and their ratios in honey components. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2024;54(3):522-531. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2024-3-2523. EDN: SHQHRU.
40. Senn K, Cantu A, Heymann H. Characterizing the chemical and sensory profiles of traditional American meads. *Journal of Food Science*. 2021;86(3):1048-1057. DOI: 10.1111/1750-3841.15607. EDN: NWZYRA.
41. de Souza HF, Bessa MS, Gonçalves VDDP, et al. Growing conditions of *Saccharomyces boulardii* for probiotic mead. *Food Science and Technology International*. 2024;30(7):603-613. DOI: 10.1177/10820132231162683. EDN: ESHPOU.
42. de Souza HF, Teixeira RD, Silva Junior FV, et al. Shelf life and sensory profile of probiotic mead. *Foods*. 2026;15(1):99. DOI: 10.3390/foods15010099.
43. de Souza HF, Bogáz LT, Monteiro GF, et al. Water kefir co-fermentation for mead development. *Food Science and Biotechnology*. 2024;33:3299-3311. DOI: 10.1007/s10068-024-01568-2. EDN: JYCFSF.
44. Habschied K, Rajs BB, Dozan L, et al. Physicochemical properties of traditionally produced mead. *Beverages*. 2025;11(3):61. DOI: 10.3390/beverages11030061. EDN: RNPTWY.
45. Wang J, Kong X, Han Y, et al. Ultrasonic replacement of natural aging in mead. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2025;116:107319. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2025.107319. EDN: FGKSRR.
46. de Medeiros Gomes LF, et al. Pitaya melomel: fermentation and sensory acceptance. *LWT – Food Science and Technology*. 2025;68:106703. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.106703. EDN: DMPQKG.
47. Teixeira RD, de Souza HF, Silva Junior FV, et al. Sensory evaluation of probiotic mead. *Beverages*. 2025;11(6):166. DOI: 10.3390/beverages11060166. EDN: OVJZHZ.
48. Zhang Y, Lu R, Wang J, et al. Ultrasound-assisted aging effects on mead quality. *Food Chemistry*. 2023;405:134826. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.134826. EDN: HEWRSD.
49. Gorman M, et al. Consumer perception and acceptance of mead styles. *International Journal of Food Science & Technology*. 2024;59(10):7426-7435. DOI: 10.1111/ijfs.17483. EDN: FGEARC.
50. Gavrilik OA, Kudryavets NI. Current state and prospects of sensory analysis of natural honey. *Nauchnye trudy (pishchevaya promyshlennost')*. 2025. (In Russ.). EDN: NYBJAX.
51. Lyubimova OD, Reznichenko IYu. Development of olfactory classification of monofloral honey aromas. *Bulletin of KSAU*. 2025;(6):216-227. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-216-227. EDN: JOEHJD.
52. Ismatova N, Bobojonov N, Khodjaqulova N, et al. Current trends and achievements in the field of honey authenticity research. *Universum: Chemistry and Biology*. 2025;(10). (In Russ.). DOI: 10.32743/UniChem.2025.136.10.20909. EDN: KDATTH.

53. Oganesyants LA, Panasyuk AL, Sviridov DA, et al. Isotope mass spectrometry and ICP-MS in honey authentication. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2025;55(4):755-766. (In Russ.). DOI: 10.21603/2074-9414-2025-4-2605. EDN: TXNZYJ.
54. Reznichenko IYu, Donchenko TA. Assessment of quality and authenticity of honey by physicochemical indicators. *Polzunovskiy vestnik*. 2025;(3):19-23. (In Russ.). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.003. EDN: HUGMOY.
55. Bogdanov S, Ruoff K, Oddo LP. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys. *Apidologie*. 2004;35:S4-S17. DOI: 10.1051/apido:2004047.
56. Kregiel D, Dziekońska-Kubczak U, Czarnecka-Chrebelska K, et al. Advances in honey fermentation processes. *Molecules*. 2024;29:2103. DOI: 10.3390/molecules29092103. EDN: ZPSITK.
57. Przybył K, Cicha-Wojciechowicz D, Drabińska N, et al. Machine learning in sensory analysis of mead. *Molecules*. 2025;30(15):3199. DOI: 10.3390/molecules30153199. EDN: RVKDWK.
58. Ban Y, Zhang Y, Ti Y, et al. Metabolic dynamics and sensory impacts of aging on mead. *Foods*. 2025;14(6):1021. DOI: 10.3390/foods14061021. EDN: YHMRVV.
59. Holt S, Mukherjee V, Lievens B, et al. Bioflavouring by non-conventional yeasts in mead. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;72:33-45. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.11.015.
60. Ismailov MT. Technologies for the use of natural honey and other beekeeping products in winemaking. *Vestnik nauki*. 2025;(4). (In Russ.).
61. Velyamov ShM, Velyamov MT, Kurasova LA, et al. New recipes for phytodrinks based on honey and ginger. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2022;10(3):13-24. (In Russ.). DOI: 10.14529/food220302. EDN: WCPVJI.
62. Miller YuYu, Pomozova VA, Kiseleva TF. Dry baking yeast use in fermented grain drinks production. *Food Industry*. 2024;9(1):73-81. (In Russ.). DOI: 10.29141/2500-1922-2024-9-1-8. EDN: WIQNEJ.

Статья принята к публикации 14.01.2026 / The article accepted for publication 14.01.2026

Информация об авторах:

**Дмитрий Юрьевич Локтиков**, аспирант кафедры пищевых технологий и биоинженерии

Information about the authors:

**Dmitry Yurievich Loktikov**, Postgraduate student at the Department of Food Technology and Bioengineering

