Научная статья/Research Article
УДК 663.813
DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-310-318

Анна Васильевна Хмелевская[1], **Владимир Николаевич Сорокопудов**[2]
[1]Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Республика Северная Осетия – Алания, Россия
[2]Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия
[1]khmelevskay58@yandex.ru
[2]sorokopud2301@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СОЦВЕТИЙ ХМЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА

Цель исследования – изучение показателей качества соцветий дикорастущего хмеля обыкновенного, произрастающего на территории Республики Северная Осетия – Алания, с целью их практического использования в пищевой промышленности. Женские соцветия (шишки) заготавливали в сентябре 2023 г. в фазе технической спелости. Отбор проводили не менее чем из 10 кустов, из среднего яруса растений. Определение качественных и количественных характеристик проводилось в пробах сырья, высушенного при температуре 40 °С до влажности 12–13 %. Качественные показатели средних проб образцов определялись согласно ГОСТ 21948-76. По показателям качества исследуемые образцы соответствуют селекционным. Отмечается высокое содержание в шишках горьких веществ – от 11,9 до 13,4 % к массе сухих веществ. Результаты исследований по определению ценных горьких α-кислот показали, что их содержание в шишках дикорастущего хмеля составляет от 3,00 до 4,17 % к массе сухих веществ. Идентифицировано присутствие в исследуемых образцах горьких β-кислот. Определено содержание эфирных масел в составе шишек дикорастущего хмеля, которое составило от 0,50 до 0,53 мл/100 г сухого вещества. Содержание общих полифенолов в исследуемых образцах составило 5,38–5,62 % к массе сухого вещества. Показатель отношения содержания полифенолов на 1 г α-кислот составил 1,2–1,6. Соцветия (шишки) дикорастущего хмеля, произрастающего в РСО – Алания, содержат в своем составе значительное количество горьких, полифенольных веществ, эфирных масел и представляют ценный сырьевой источник для обогащения рецептур пищевых продуктов.

Ключевые слова: *хмель обыкновенный дикорастущий, показатели качества хмеля, горькие вещества хмеля, полифенольные вещества хмеля, эфирные масла хмеля*

Для цитирования*:* Хмелевская А.В., Сорокопудов В.Н. Определение показателей качества соцветий хмеля обыкновенного Северо-Кавказского региона // Вестник КрасГАУ. 2025. № 4. С. 310–318. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-310-318.

Благодарности**:** исследования выполнены согласно программе: «Сохранение, развитие и изучение биоколлекций различного направления с целью проведения приоритетных фундаментальных и прикладных исследований» № FGUU-2025-0001. Ботанический сад благодарит кандидата технических наук, доцента ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова – Анну Васильевну Хмелевскую за предоставление отборных форм хмеля для пополнение биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР.

Anna Vasilievna Khmelevskaya[1], **Vladimir Nikolaevich Sorokopudov**[2]
[1]North Ossetian State University named after. K.L. Khetagurova, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia – Alania, Russia
[2]All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia
[1]khmelevskay58@yandex.ru
[2]sorokopud2301@mail.ru

Вестник КрасГАУ. 2025. № 4. С. 310–318.
Bulletin of KSAU. 2025;(4):310–318.

DETERMINATION OF COMMON HOP INFLORESCENCES QUALITY INDICATORS IN THE NORTH CAUCASUS REGION

The aim of the study is to investigate the quality indicators of wild common hop inflorescences growing in the Republic of North Ossetia – Alania for the purpose of their practical use in the food industry. Female inflorescences (cones) were harvested in September 2023 at the stage of technical maturity. The selection was carried out from at least 10 bushes, from the middle tier of plants. Determination of qualitative and quantitative characteristics was carried out in samples of raw materials dried at a temperature of 40 °C to a humidity of 12–13 %. Qualitative indicators of average samples were determined according to GOST 21948-76. In terms of quality indicators, the studied samples correspond to the selection ones. A high content of bitter substances in the cones is noted – from 11.9 to 13.4 % of the dry matter weight. The results of the studies on the determination of valuable bitter α-acids showed that their content in wild hop cones ranges from 3.00 to 4.17 % of the dry matter mass. The presence of bitter β-acids in the studied samples was identified. The content of essential oils in the composition of wild hop cones was determined, which amounted to 0.50 to 0.53 ml/100 g of dry matter. The content of total polyphenols in the studied samples was 5.38–5.62 % of the dry matter weight. The ratio of the content of polyphenols per 1 g of α-acids was 1.2–1.6. Inflorescences (cones) of wild hops growing in the Republic of North Ossetia – Alania contain a significant amount of bitter, polyphenolic substances, essential oils and are a valuable source of raw materials for enriching food product recipes.

***Keywords**: common wild hop, hop quality indicators, bitter substances of hops, polyphenolic substances of hops, essential oils of hops*

***For citation**:* Khmelevskaya AV, Sorokopudov VN. Determination of common hop inflorescences quality indicators in the North Caucasus Region. *Bulletin of KSAU*. 2025;(4):310-318. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-4-310-318.

***Acknowledgments**:* the research was carried out according to the program: "Preservation, development and study of biological collections of various directions for the purpose of conducting priority fundamental and applied research" № FGUU-2025-0001. The Botanical Garden thanks Anna Vasilyevna Khmelevskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the K.L. Khetagurov North Ossetian State University, for providing selected hop forms to replenish the VILAR bio collection.

Введение. В настоящее время особое внимание уделяется всестороннему изучению и последующему применению в хозяйственной деятельности растительного сырья, в том числе и дикорастущего, имеющего лечебное и пищевое значение [1]. Научные исследования, практический опыт свидетельствуют о том, что без применения натуральных биологически активных веществ невозможно обеспечить потребности организма в эссенциальных нутриентах. Использование таких растительных компонентов позволяет разрабатывать широкий ассортимент обогащенных продуктов для здорового питания [2]. В связи с чем, следует признать актуальным изучение качественных показателей пищевого дикорастущего сырья, обладающего физиологическим воздействием на организм человека.

Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*), семейства *Cannabaceae* – двудомное многолетнее вьющееся растение из группы крапивоцветных [3]. Соцветия женских растений – хмелевые шишки используют в пивоварении, хлебопечении, в фармации. Соцветия, а также железки хмеля обыкновенного используются как лекарственное сырье. Основными активными веществами являются горечи, флавоноиды, антоцианидины, катехины и фенолкарбоновые кислоты) и эфирное масло. Основным флавоноидом хмеля является ксантогумол из группы халконов. Хмель является мягким седативным средством. Среди лекарственных средств, содержащих хмель, известны «Валокордин», «Валоседан», «Ново-Пассит», «Корвалдин», «Седавит», «Уролесан». Хмель входит в состав большого количества биологически активных добавок. [4–6]. В РФ в основном используется дорогостоящий импортный хмель, большая часть производства которого сосредоточена в США, Германии, Чехии, Польше, Китае. Товарное производство отечественного хмеля сосредоточено в нескольких регионах, основными из которых являются Чувашия (82 %), Республика Марий Эл (6,5 %), Алтайский край (3,3 %). В условиях РСО – Алания интродуцированы ряд селекционных сортов с высокой урожайностью [7]. Кроме того, рядом проведенных исследований на территории республики установлены значительные ареалы дикорастущего хмеля [8].

Всего в мире насчитывается около 30 основных сортов хмеля, которые делятся на тонкоароматические, ароматические, промежуточные, горькие и супергорькие. Важными составляющими хмеля являются горькие вещества (более 10 компонентов), эфирные масла (более 300 компонентов), а также полифенолы (более 100 разновидностей), витамины группы В, РР, С. Н, токоферол, аминокислоты, пектиновые вещества, алкалоиды. Наиболее ценными соединениями хмеля являются горькие вещества. Они уникальны и не встречаются в составе других растений. Шишки хмеля проявляют седативное, нейротропное, противовоспалительное, гепатопротекторное, противовирусное, антимикробное действие. Масло хмеля входит в состав «Валокордина», «Ново-Пассита», «Уролесана», используется в парфюмерии. Горькие кислоты, флавоноиды проявляют противоопухолевую активность. Антиоксидант ксантогумол встречается только в хмеле [9–11]. Экстракты растения оказывают выраженное антитромбическое воздействие [12].

Горькие вещества хмеля относятся к полипептидам ацилфлороглюцинового типа, являясь смесью кислых и смолистых (твердых и мягких) веществ. Мягкие смолы состоят из α- и β-кислот, α- и β-мягких смол. Содержание наиболее ценных α- и β-кислот зависит от сорта хмеля, природно-климатических условий, агротехники возделывания [13]. До сегодняшнего дня еще не изучены и не проанализированы все вещества хмеля. Одним из решающих факторов в оценке, например, пивоваренных качеств хмеля, помимо содержания α-кислот, является соотношение между содержанием β- и α-кислот в ароматных сортах, так называемый коэффициент ароматичности, который должен быть равен или больше единицы и влияет на качество горечи [14, 15].

Содержание эфирных масел в селекционных сортах хмеля колеблется от 0,5 до 2,0 %. Качественный состав эфирных масел позволяет получать пиво с различными оттенками вкуса. Содержание полифенолов – от 3,2 до 7,8 %. Оптимальное соотношение полифенолов к одному грамму α-кислот, равное единице, обеспечивает полноту и чистоту вкуса пива, стойкость его при хранении. Необходимо учитывать, что характеристики качества хмеля постоянно меняются: от начала формирования шишек хмеля до наступления технической и физиологической спелости, до его переработки [16].

В связи с чем, исследования, направленные на изучение биохимического состава соцветий хмеля обыкновенного для дальнейшего их практического использования, являются актуальными для внедрения в биоколлекцию Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР новых форм хмеля обыкновенного, обогащенного БАВ.

Цель исследования – изучение показателей качества соцветий дикорастущего хмеля обыкновенного, произрастающего на территории Республики Северная Осетия – Алания, с целью их практического использования в пищевой промышленности.

Задачи: изучить количественное содержание горьких веществ соцветий дикорастущего хмеля, содержание в них α-кислот; установить содержание общего количества полифенольных веществ; определить содержание эфирных масел.

Объекты и методы. Объект исследования – соцветия (шишки) хмеля обыкновенного, заготовленные в сентябре 2023 г. в фазе технической спелости на территории РСО – Алания. Отбор проводили не менее чем из 10 кустов, из среднего яруса растений. В этот период шишки имеют оптимальное содержание ценных веществ (рис. 1). Они плотные, упругие, приобретают золотисто-зеленый или светло-желто-зеленый цвет, имеют хорошо наполненные лупулиновые железки и приятный стойкий хмелевой аромат.

Определение качественных и количественных характеристик проводилось в пробах сырья, высушенного при температуре 40 ^{o}С до влажности 12–13 %. Качественные показатели средних проб образцов определялись согласно ГОСТ 21948-76 [17]. Определение общего количества горьких веществ осуществляли в пробах, полученных экстрагированием горьких веществ этиловым эфиром, путем титрования вытяжек 0,02 н. раствором гидрооксида калия в присутствии фенолфталеина [18]. Отвешивали 2 г размолотого хмеля, переносили в склянку вместимостью 100 мл, вливали 60 мл этилового эфира, закупоривали плотно пробкой. Настаивание проводили в течение 1 ч при 10-кратном взбалтывании. После чего склянку оставляли в покое на 2 ч до полного осветления жидкости над осадком хмеля. При помощи аспиратора пипеткой отбирали 2 пробы по 10 мл эфирного экстракта в две конические колбы и титровали

0,02 н. раствором гидрооксида калия в присутствии 3 капель фенолфталеина. Далее содержание горьких веществ рассчитывали по формуле. Количественное содержание α-кислот определяли методом кондуктометрического титрования диэтилово-эфирного экстракта горьких веществ хмеля раствором уксусно-кислого свинца и расчетом массовой доли α-кислот [17].

Рис. 1. Шишки хмеля обыкновенного

Cones of common hops

Количественное содержание α-кислот определяли международным методом, основанным на кондуктометрическом титровании диэтилово-эфирного экстракта горьких веществ хмеля раствором уксусно-кислого свинца и расчетом массовой доли α-кислот, согласно аналитике EBC 7,5 [17].

Отдельные горькие вещества определяли тонкослойной хроматографией. Перед использованием пластин «Силуфол», слои их активировали, нагревая в сушильном шкафу при 110 °С в течение часа. Качественное разделение горьких веществ проводили экстрагированием различными растворителями. К 25 мл экстракта добавляли 25 мл хлороформа, встряхивали 60 раз. В течение 30 мин смесь разделялась на две фракции. Экстракт упаривали досуха при 60 °С на водяной бане. Осадок растворяли в 2 мл хлороформа. По 0,1 мл раствора с помощью микрошприца наносили на линию старта предварительно подготовленных пластин. Пластины хроматографировали восходящим потоком. Элюэнтом служила смесь хлороформ : ацетат, элюировали в течение 1 ч. Высушивание опытных пластин проводили при 50 °С. При просмотре хроматограмм при УФ-свете (λ = 365 нм) получали пятна, характеризующие зону локализации тех или иных горьких веществ, с различной величиной скорости переноса вещества (R_f), различной окраски: α-кислота дает зеленую окраску, β-кислота – голубую, изо-α-кислота – фиолетовую [19, 20]. Количество эфирных масел определяли в образцах шишек дикорастущего хмеля методом Гинзберга перегонкой и сбором его в специальные ловушки [21]. Определение общих полифенолов в шишках дикорастущего хмеля обыкновенного проводили фотокалориметрическим методом, основанном на измерении интенсивности окрашивания раствора пробы хлоридом железа (III) в щелочной среде (pH10). Измерения проводили при длине волны 354 нм, используя кюветы толщиной 5 мм [22]. Исследования проводили в трех кратной повторности, статистическая обработка экспериментальных данных – с использованием программ MS Excel, Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение. Как показали исследования, образцы шишек дикорастущего хмеля соответствовали требованиям к качеству селекционных образцов (табл. 1).

Следующий этап исследований был посвящен определению общего количества горьких веществ, идентификации их, определению содержания α-кислот (табл. 2).

Таблица 1

Качественные показатели образцов хмеля дикорастущего (2023 г.)
Qualitative indicators of wild hop samples (2023)

Показатель качества	Требования	Исследуемый образец		
		№ 1	№ 2	№ 3
Внешний вид	Одинаковые по размеру, нераскрывшиеся	Хмелевые шишки нераскрывшиеся	Хмелевые шишки нераскрывшиеся	Хмелевые шишки нераскрывшиеся
Цвет	От светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого	Светло-зеленого	Светло-зеленого	Светло-зеленого
Аромат	Хмелевой аромат	Хмелевой аромат без посторонних запахов	Хмелевой аромат без посторонних запахов	Хмелевой аромат без посторонних запахов
Содержание хмелевых примесей, %	Не более 5 % для ручного сбора и 10 % для машинного сбора	2,20	2,25	2,27
Содержание семян, %	Не более 4 %	2,6	2,8	2,7
Содержание золы, % на СВ	Не более 14 %	8,0	7,8	8,1
Массовая доля влаги, %	Не более 13 %	11,5	11,5	11,5
Содержание осыпавшихся лепестков, %	Не более 25 %	4,40	4,45	4,45

Примечание: образец № 1 – Алагирский район, 43.051686 с.ш., 44.180808 в.д; образец № 2 г. Владикавказ, 43.017327 с.ш., 44.695884 в.д., Кировский район, 43.341902 с.ш., 44.206338 в.д.

Таблица 2

Количество горьких веществ и α-кислот
The amount of bitter substances and α-acids

Показатель	Содержание в селекционных образцах	Исследуемый образец		
		№ 1	№ 2	№3
Содержание общих горьких веществ, % к массе сухих веществ	8,0–20,0	12,8±0,45	11,9±0,40	13,4±0,50
Содержание α-кислот, % к массе сухих веществ	3,0–16,0	3,43±0,09	3,00±0,10	4,17±0,10

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что накопление общих горьких веществ в шишках хмеля дикорастущего в РСО-Алания составляет 11,9–13,4 %, в то время как в селекционных сортах этот показатель составляет от 8,0 до 20,0 %. Образец № 3, имеющий наибольшее содержание общих горьких веществ, содержит и большее количество α-кислот: 13,4 и 4,17 % к массе сухих веществ соответственно.

Применение тонкослойной хроматографии позволило идентифицировать в исследуемых образцах β-кислоты, кроме того присутствие окисленных форм горьких веществ с величиной R_f равной 0,46. Быстрому окислению подвержены в большей степени β-кислоты, поэтому хранить шишки хмеля необходимо при низкой температуре. Хранение хмеля при низких температурах способствует лучшей изомеризации α-кислот и переходу их в водорастворимое состояние. Следует отметить, что горькие кислоты обладают антимикробной активностью, превышающей, например, активность фенола по отношению к грамположительным бактериям в 2300 раз [23].

Результаты исследований количественного накопления эфирного масла в шишках дикорастущего хмеля приведены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание эфирного масла в шишках дикорастущего хмеля
The content of essential oil in cones of wild hops

Место сбора образца	Содержание эфирного масла, мл/100 г сухого вещества
Алагирский район, 43.051686 с.ш., 44.180808 в.д.	0,51±0,03
г.Владикавказ, 43.017327 с.ш., 44.695884 в.д.	0,50±0,03
Кировский район, 43.341902 с.ш., 44.206338 в.д.	0,53±0,03

Как видно из таблицы 3, содержание эфирных масел в образцах шишек дикорастущего хмеля варьирует незначительно и составляет 0,50–0,53 мл/100 г сухого вещества. Эфирные масла хмеля могут придавать продуктам травяные, цитрусовые, фруктовые, ягодные нотки, что зависит от содержания соединений углеводородной фракции. Соотношение компонентов эфирных масел специфично, используется для идентификации сортов хмеля. Содержание эфирных масел в исследуемых образцах позволяет отнести их к сортам тонкоароматического типа хмеля, для стандарта которых массовая доля мягких смол составляет 13,9 %, α-кислот – 3,3 % к сухому веществу, а содержание эфирного масла – 0,53 мл/100 г сухого вещества [24]. Результаты определения содержания общих полифенолов в шишках дикорастущего хмеля приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание общих полифенолов в шишках дикорастущего хмеля
The content of common polyphenols in cones of wild hops

Место сбора образца	Содержание общих полифенолов, % к массе сухого вещества	Отношение содержания полифенолов на 1г α-кислот
Алагирский район, 43.051686 с.ш., 44.180808 в.д.	5,46±0,15	1,6
г.Владикавказ, 43.017327 с.ш., 44.695884 в.д.	5.62±0,15	1,8
Кировский район, 43.341902 с.ш., 44.206338 в.д.	5,38±0,15	1,2

Как видно, наибольшее содержание полифенольных веществ обнаружено в образцах, собранных во Владикавказе – 5,62 % к массе сухого вещества. Более 90 % полифенольных веществ сосредоточено в лепестках шишек. Они способны образовывать комплексы с белками, играют особую роль в формировании вкуса пива, влияют на его стойкость при хранении. Они также являются антиоксидантами. Важным для сортов хмеля является не столько их общее количество, а нагрузка полифенолов на 1 г α-кислот, оптимальная величина которого должна составлять величину близкую к единице [25].

Заключение. Определено содержание горьких веществ, α-кислот в шишках дикорастущего хмеля, произрастающего на территории РСО – Алания. Установлено, что исследуемые образцы по показателям качества соответствуют требованиям ГОСТ, предъявляемым к хмелю-сырцу. Общее содержание горьких веществ составляет 11,9–13,4 % к массе сухого вещества. Содержание α-кислот – 3,00–4,17 % к массе сухого вещества.

Определено содержание эфирного масла в шишках дикорастущего хмеля, которое в образцах варьирует незначительно и составляет 0,50–0,53 мл/100 г сухого вещества.

Результаты по определению содержания полифенольных веществ показали, что их количество составляет от 5,38 до 5,62 % к массе сухого вещества. Лучший показатель величины относительной нагрузки полифенолов на 1 г α-кислот, равный 1,2, имел образец шишек дикорастущего хмеля, отобранный в Кировском районе.

Таким образом, соцветия (шишки) дикорастущего хмеля, произрастающего в РСО – Алания, содержат в своем составе значительное количество горьких, полифенольных веществ, эфирных масел и представляют ценный сырьевой источник для обогащения рецептур пищевых продуктов.

Список источников

1. Пушмина В.В., Пушмина И.Н., Первышина Г.Г., и др. Обоснование выбора растительного сырья и форм его переработки для обогащения пищевых продуктов // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2017. № 3. С. 137–149. DOI: 10.24866/2311-2271/2017-3/137-149. EDN: ZRJGPH.
2. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Батурин А.К., и др. Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потроебностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи // Вопросы питания. 2020. Т. 8, № 4. С. 24–34. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10039. EDN: IXUPAM.
3. Доступно по: plantarium.ru/page/viev/item/20316.html. ссылка активна на 21.03.2024.
4. Хмелевская А.В., Швец Д.В. Влияние биологически активных веществ дикорастущего хмеля на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2013. № 1 (331). С. 33–34. EDN: PZFNKL.
5. Хмелевская А.В., Корячкина С.Я., Беленко Н.П. Способ производства жидких дрожжей. Патент РФ № 2363730. 10.08.2009. Бюл. № 22. EDN: APTVOW.
6. Новикова М.В., Калаев В.Н., Муравьев А.С., и др. Исследование влияния хмеля на безопасность полупродуктов пивоваренного производства // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84, № 4. С.149–156. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-4-149-156. EDN: NIOBBW.
7. Чельдиева Э.И. Результаты интродукции различных сортов хмеля при возделывании на низких шпалерах в условиях РСО – Алания и перспективы их использования: дис. … канд. биол. наук. Владикавказ, 2012. 38 с. EDN: QFYBSZ.
8. Марзоева А.А., Гаев В.В., Марзоев А.И. Дикорастущий хмель Северного Кавказа – мощный источник новых генотипов для развития хмелеводства на юге России. В сб.: XIII Международная научная конференция «Биологическое разнообразие Кавказа». Грозный, 2011. С. 321–327.
9. Государственная фармакопея РФ. Т. 1. 13-е изд. М.: ФЭМБ, 2015. 1469 с.
10. Разуваева Я.Г., Торопова А.А., Кухаренко Н.С., и др. Стресс-протективное и антиоксидантное влияние сухого экстракта из *Humulus lupulus* при длительном эмоциональном стрессе // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2014. № 6 (100). С. 73–76. EDN: UCEADZ.
11. Чеснокова А.Н., Луцкий В.И. Пренилхалконы хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.): выделение, строение, перспективы использования // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2008. № 2. С. 94–96.
12. Кароматов И.Д., Атамурадова Ш.Т. Пищевое и лечебное значение растения хмель обыкновенный // Биология и интегративная медицина. 2018. № 1 (18). EDN: MNIXPX.
13. Леонтьева В.В. Биохимическая характеристика сортов хмеля, возделываемых в Чувашской Республике // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 3 (375). С. 17–19. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-13042. EDN: LCJHEM.
14. Гернет М.В., Грибкова И.Н. Влияние соединений хмеля и хмелепродуктов на сенсорный профиль готового пива // XXI век: Итоги прошлого проблемы настоящего Плюс. 2020. Т. 9. № 1 (49). С. 93–99. EDN: RYIBBK.
15. Проценко Л.В., Рыжук С.М., Ляшенко Н.И., и др. Исследование показателей качества украинских гранул хмеля. В сб.: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Гродненский государственный аграрный университет. Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Т. 55. Агрономия. Гродно: ГГАУ, 2019. С. 98.
16. Инструкция по технохимическому контролю пивоваренного производства. М.: Пищевая промышленностьсть, 1975, С. 45–60.
17. Косминский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. Лабораторный практикум по технохимическому контролю производства: учебное пособие. Минск: ДизайнПРО, 1998. 352 с.

18. Franiau R., Mussche R. Quantitative determination of hop Bitter substances and their derivatives in hop extracts by thin layer chromatography // J. Inst. Brew., 1974. № 1. P. 59–67. DOI: 10.1002/j.2050-0416.1974.tb03584.x.
19. Латыпова Г.М., Шафикова С.Ф., Давлетшина Р.Я., и др. Исследование эфирного масла сырья хмеля обыкновенного // Башкирский химический журнал. 2013. Т. 20, № 2. С. 87–92. EDN: RBRZIB.
20. Алемайеху Д.Т. Технологии ферментированного изомеризованного хмелевого экстракта из традиционного хмеля и хмеля, выращенного в Эфиопии, и охмеления пивного сусла: дис. … канд. техн. наук. М., 2008. 117 с.
21. Черней И.С., Чещевик В.Т., Орлов И.М. Компонентный состав эфирного масла различных сортов *Humulus lupulus,* культивируемых в Беларуси // Труды БГТУ. Сер. 2. Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2023. № 2 (271). С. 65–72. DOI: 10.52065/2520-2669-2023-271-2-9. EDN: TXOHOP.
22. Мальцев П.М., Великая Е.И., Зазирная М.В., и др. Химико-технологический контроль производства солода и пива. М.: Пищевая промышленностьть, 1976. 447 с.
23. Ермолаева Г.А. Применение хмеля в пивоварении // Пиво и напитки. 1999. № 3. С. 16–17.
24. Доступно по: http://www.hvg-germany.de/ru/hopfenanbau/pflanze/hopfenchemie. Ссылка активна на 04.05.2024.
25. Проценко Л.В., Рудык Р.И., Ляшенко Н.И., и др. Особенности использования украинских сортов хмеля в пивоварении. В сб.: Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского и аспирантского состава «Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения сельскохозяйственной продукции и товароведения». Воронеж, 2012. С. 124–132.

References

1. Pushmina VV, Pushmina IN, Pervyshina GG, et al. Jastification choice of plant's raw materials and forms of processing for enrichment of food products. *Izvestiya DVFU. `Ekonomika i upravlenie*. 2017;3:137-149. (In Russ.). DOI: 10.24866/2311-2271/2017-3/137-149. EDN: ZRJGPH.
2. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Baturin AK, et al. Nutriome as the direction of the "main blow": determination of physiological needs in macroand micronutrients, minor biologically active substances. Voprosy pitaniya. 2020;8(4):24-34. (In Russ.). DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10039. EDN: IXUPAM.
3. Available at: plantarium.ru/page/viev/item/20316.html. Accessed: 21.03.2024. (In Russ.).
4. Hmelevskaja AV, Shvec DV. Vliyanie biologicheski aktivnyh veschestv dikorastuschego hmelya na zhiznedeyatel'nost' hlebopekarnyh drozhzhej. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pischevaya tehnologiya*. 2013;1:33-34. (In Russ.). EDN: PZFNKL.
5. Khmelevskaja AV, Korjachkina SYa, Belenko NP. *Method of liquid yeast preparation*. Patent RUS № 2363730. 10.08.2009. Bul. № 22. (In Russ.). EDN: APTVOW.
6. Novikova IV, Kalaev VN, Muravev AS, et al. Study of the influence of hops on the safety of brewing semi-products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2022;84(4):149-156. (In Russ.). DOI: 10.20914/2310-1202-2022-4-149-156. EDN: NIOBBW.
7. Chel'dieva `El. *Rezul'taty introdukcii razlichnyh sortov hmelya pri vozdelyvanii na nizkih shpalerah v usloviyah RSO – Alaniya i perspektivy ih ispol'zovaniya* [dissertation]. Vladikavkaz, 2012. 38 p. (In Russ.). EDN: QFYBSZ.
8. Marzoeva AA, Gaev VV, Marzoev AI. Dikorastuschij hmel' Severnogo Kavkaza – moschnyj istochnik novyh genotipov dlya razvitiya hmelevodstva na yuge Rossii. In: *XIII Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Biologicheskoe raznoobrazie Kavkaza»*. Grozny, 2011. P. 321–327. (In Russ.).
9. Gosudarstvennaya farmakopeya RF. Vol. 1. 13th ed. Moscow: F`EMB, 2015. 1469 p. (In Russ.).
10. Razuvaeva YaG, Toropova AA, Kukharenko NS, et al. Stress-protective and antioxidant effect of humulus lupulus dry extract at chronic emotional stress. Byulleten' Vostochno-sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk. 2014;6:73-76. (In Russ.). EDN: UCEADZ.
11. Chesnokova AN, Lutsky VI. Prenylchalcones of hop (Humulus lupulus l.): isolation, structure, aspects of application. *Bulletin of Irkutsk state university. Series: Biology. Ecology*. 2008;2:94-96. (In Russ.).

12. Karomatov I.D., Atamuradova Sh.T. Pischevoe i lechebnoe znachenie rasteniya hmel' obyknovennyj. *Biologiya i integrativnaya medicina*. 2018;1. (In Russ.). EDN: MNIXPX.
13. Leontyeva V.V. Biohimicheskaya harakteristika sortov hmelya, vozdelyvaemyh v Chuvashskoj Respublike. *International agricultural journal*. 2020;3:17-19. (In Russ.). DOI: 10.24411/2587-6740-2020-13042. EDN: LCJHEM.
14. Gernet MV, Gribkova IN. Hop and hop products compounds influence on ready beer sensorial profile. *XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus*. 2020; 9(1):93-99. (In Russ.). EDN: RYIBBK.
15. Protsenko LV, Ryzhuk SN, Lyashenko NI, et al. Study of quality indicators of ukrainian hop granules. In: *Sel'skoe hozyajstvo – problemy i perspektivy: sbornik nauchnyh trudov. Vol. 55. Agronomiya*. Grodno: GGAU; 2019. P. 98. (In Russ.).
16. Instrukciya po tehnohimicheskomu kontrolyu pivovarennogo proizvodstva. Moscow: Pischevaya promyshlennost'st', 1975. P. 45–60. (In Russ.).
17. Kosminskij GI. *Tehnologiya soloda, piva i bezalkogol'nyh napitkov. Laboratornyj praktikum po tehnohimicheskomu kontrolyu proizvodstva: uchebnoe posobie*. Minsk: DizajnPRO, 1998. 352 p. (In Russ.).
18. Franiau R, Mussche R. Quantitative determination of hop Bitter substances and their derivatives in hop extracts by thin layer chromatography. *J. Inst. Brew.* 1974;1:59-67. DOI: 10.1002/j.2050-0416.1974.tb03584.x.
19. Latypova GM, Shafikova SF, Davletshina RYa, et al. The study of the essential oils obtained from *Humulus lupulus* L. raw material. *Bashkirskij himicheskij zhurnal.* 2013;20(2):87-92. (In Russ.). EDN: RBRZIB.
20. Alemajehu DT. Tehnologii fermentirovannogo izomerizovannogo hmelevogo `ekstrakta iz tradicionnogo hmelya i hmelya, vyraschennogo v `Efiopii, i ohmeleniya pivnogo susla [dissertation]. Moscow; 2008. 117 p. (In Russ.).
21. Chernei IS, Cheshchevik VT, Orlov IM. Komponentnyj sostav `efirnogo masla razlichnyh sortov *Humulus lupulus,* kul'tiviruemyh v Belarusi. *Proceedings of BSTU. Issue 2. Chemical Engineering, Biotechnologies, Geoecology*. 2023;2:65–72. (In Russ.). DOI: 10.52065/2520-2669-2023-271-2-9. EDN: TXOHOP.
22. Mal'cev PM, Velikaya EI, Zazirnaya MV, et al. Himiko-tehnologicheskij kontrol' proizvodstva soloda i piva. Moscow: Pischevaya promyshlennost'st', 1976. 447 p. (In Russ.).
23. Ermolaeva GA. Primenenie hmelya v pivovarenii. *Pivo i napitki*. 1999;(3):16-17. (In Russ.).
24. Available at: http://www.hvg-germany.de/ru/hopfenanbau/pflanze/hopfenchemie. Accessed: 04.05.2024. (In Russ.).
25. Procenko LV, Rudyk RI, Lyashenko NI, et al. Osobennosti ispol'zovaniya ukrainskih sortov hmelya v pivovarenii. In: Nauchno-prakticheskaya konferenciya professorsko-prepodavatel'skogo i aspirantskogo sostava «Aktual'nye voprosy tekhnologij proizvodstva, pererabotki, hraneniya sel'skohozyajstvennoj produkcii i tovarovedeniya». Voronezh, 2012. P. 124–132. (In Russ.).

Статья принята к публикации 06.03.2025 / The article accepted for publication 06.03.2025.

Информация об авторах:

Анна Васильевна Хмелевская[1], доцент кафедры технологии пищевых продуктов, кандидат технических наук, доцент
Владимир Николаевич Сорокопудов[2], главный научный сотрудник Ботанического сада, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Information about the authors:

Anna Vasilievna Khmelevskaya[1], Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Vladimir Nikolaevich Sorokopudov[2], Chief Researcher at the Botanical Garden, Doctor of Agricultural Sciences, Professor