

Современные способы использования хмелепродуктов в пивоварении

Гернет Марина Васильевна

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН г. Москва
Адрес: 119021, Россия, город Москва, улица Россолимо, д.7.
E-mail: institut-beer@mail.ru*

Грибкова Ирина Николаевна

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН г. Москва
Адрес: 119021, Россия, город Москва, улица Россолимо, д.7.
E-mail: institut-beer@mail.ru*

Статья посвящена анализу мировых тенденций в области использования хмеля с различными органолептическими и физико-химическими свойствами, а также продуктов переработки хмеля, что актуально вследствие отсутствия подобного опыта в отечественной отрасли. Представленное аналитическое исследование преследовало цель теоретически обосновать и осуществить поиск основных направлений в развитии технологии переработки хмелепродуктов, а также выявить достоинства и недостатки при использовании в пивоварении. Анализ изученных научных данных показал, что в отрасли применяются различные виды хмеля – начиная с генномодифицированных с различными уровнями ароматических и горьких веществ, так и различными фруктовыми, цветочными и травяными ароматами, что расширяет ассортимент выпускаемой пивоваренной продукции. Выявлено множество патентов, связанных с технологией изомеризованных экстрактов, а также иных продуктов переработки хмеля и его отходов. Основное заключение, которое последовало за анализом выявленной научной литературы, это то, что инновационные разработки различных стран мира, в основном, США и Европы, направлены на получение растворимых экстрактов, обогащенных определенным соединением, которое обеднено по составу по сравнению с хмелем и требует внесения дополнительных продуктов переработки хмеля. С другой стороны, исследователи пытаются сократить потери от утилизации хмелевой дробины и используют ее для извлечения полезных соединений, которые в ней остались после использования. Основным выводом представляемого аналитического обзора является необходимость грамотного сочетания в применении традиционного хмеля и новых видов сырья, представленных на рынке пивоваренной отрасли.

Ключевые слова: сорта хмеля, ароматика, состав хмеля, горькие смолы хмеля, α -кислота, β -кислоты, производство хмелепродуктов

Введение

В последнее время рынок пивоваренной продукции изменил свою структуру. Аналитики отмечают, что российский рынок пива становится многообразнее как в плане ценовых различий, вкусовых предпочтений, происходят отклонения потребительского спроса в сторону слабоалкогольного пива и т.п., в связи с чем сокращаются доли массовых брендов и сортов и увеличива-

ется количество небольших и оригинальных, производимых крафтовыми пивоварнями и другими представителями малого и среднего бизнеса¹.

Известно, что вкус пива обуславливается тем сырьем, что используется в технологии конкретного сорта, а также биотехнологическими трансформациями, которые преобразовывают основные соединения в ходе технологического процесса под

¹ Россия: рынок пива усложняется // Пивное дело. 2019. № 2. с. 1–45. U.L. <https://pivnoe-delo.info/2019/05/20/pivnoe-delo-2-2019-rossiya-rynok-piva-uslozhnyaetsya/> (дата обращения: 13.08.2020).

Таблица 1
Объемы производства хмеля в мире

Части света	Страна	Величина посевных площадей, тыс. га	Производство, тыс. т
Европа	Германия	17,9	28,3
	Чешская республика	4,6	4,8
	Польша, Словения	1,4	1,7-2,2
	Англия, Испания, Франция	0,4-0,9	0,6-1,4
	Румыния, Бельгия, Австрия, Словакия, Турция	0,1-0,3	0,1-0,3
	Швейцария, Португалия, Болгария	0,01	0,02-0,03
	Беларусь	0,06	0,05
	Россия	0,2	0,2
	Общее содержание	29,0	41,7
Азия	Китай	2,3	5,9
	Япония	0,1	0,3
	Общее содержание	2,5	6,2
Африка	Общее содержание	0,4	0,8
Океания	Австралия	0,5	1,2
	Новая Зеландия	0,4	0,4
Америка	США	18,5	36,4
	Аргентина	0,1	0,2
	Канада	0,1	0,1
	Общее содержание	18,8	26,7

Источник: Sharp D.C. Factors that Influence the Aroma and Monoterpene Alcohol Profile of Hopped Beer: PhD Sci. (Food science and technology) thesis. Oregon, 2016. 219 p.

воздействием биологических (микроорганизмы) и технологических (перемешивание, аэрация, градиент температуры, давления, нюансы аппаратурного оформления) параметров. В классическом варианте, вкус пива регулировался за счет сочетания различных типов солода, реже – за счет применяемых микроорганизмов, а также варьированием физическими параметрами брожения (Da Silva G.C., Da Silva, A.A.S., Da Silva, L.S.N., De O.G.doy, Nogueira, Quitério, Raices, 2015, p. 71–77).

По данным научных исследований большой вклад в образование органолептики пива вносят хмелепродукты (Lafontain, Perera, Vollmer, Shellhamer, 2018, p. 116–140).

Хмель – растительная культура, которая имеет мировое районирование, данные представлены в Таблице 1 (Sharp, 2016).

Лидирующие позиции в возделывании и переработке хмеля принадлежат Европе и США Аналитики отмечают, что экспорт Россия на 90% покрывает свои нужды в хмеле за счет импорта (Иванов, Савин, Егоров, 2014, с. 19–43).

Исследование мировых тенденций в применении различных продуктов переработки хмеля в пивоваренной отрасли является актуальной, поскольку необходимо знать зарубежный опыт, формируемый за счет потребности производителей. Целью данного исследования являлось теоретическое обоснование и поиск основных тенденций в области применения новых видов хмелепродуктов для нужд отечественного пивоварения.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили патентные, научные и аналитические данные зарубежных и отечественных источников информации.

В качестве методов исследования использовались мониторинг и анализ источников информации, их систематизация и обобщение для осуществления подведения итогов проведенной исследовательской работы.

Результаты

На настоящий момент известны несколько видов хмелепродуктов, применяемых в технологии пивоварения: классический (хмель прессованный, гранулированный, экстракт хмеля), изомеризованный (гранулированный, экстракт, светоустойчивый, редуцированный) и специализированный (эфирный экстракт; β -арома экстракт; экстракт, обогащенный ксантогумолом; экстракт хмеля, обогащенный танинами) (Sharp, 2016)

Применение представленных хмелепродуктов направлено на решение технологических вопросов, связанных с восполнением потерь по тем или иным веществам хмеля, либо с целью придания пиву отличительного органолептического оттенка (вкуса или аромата).

Существует широкий спектр сортов хмеля, применяемого в пивоварении, данные представлены в Таблице 2 (Христюк, Касьянов, 2007, с. 10–12).

Однако, существует деление хмелепродуктов по способу обработки в зависимости от поставленных технологических целей.

Охмеление прессованным хмелем ушло в прошлое по ряду причин, по мнению ряда исследователей. Во-первых, для получения пива стабильного качества необходимо использовать сырье с известными физико-химическими характеристиками, что невозможно в случае применения прессованного хмеля вследствие колебаний его характеристик от климатических условий того или иного года, когда собирался урожай, даже в рамках одного сорта (Лентьева, 2019, с. 172–177). Во-вторых, ученые отмечают недостаточный выход горьких кислот хмеля в течение охмеления, что обуславливает технологические потери (Schönberger, Kostelecky, 2011, p. 259–267). В-третьих, появляются дополнительные экономические затраты на утилизацию или переработку хмелевой дробины (Руденко, 2007, с. 66–68).

В силу всего вышесказанного, целесообразным стало применение гранулированного хмеля. Предварительно обработанный и спрессованный в гранулы хмель обеспечивает более простое хранение, возможность получения продукта со стабильными показателями, однако применение в техно-

логии данного вида хмеля требует присутствия стадии утилизации хмелевой дробины (Руденко, 2007, с. 66–68).

Поскольку применение прессованного хмеля характеризовалось низким выходом горьких α -кислот, данный факт послужил основанием для создания изомеризованного гранулированного хмеля, позволяющего повысить утилизацию горьких кислот до 68–70% различными способами².

Усредненные характеристики изомеризованного гранулированного препарата² представлены в Таблице 3.

Также был создан порошкообразный препарат хмеля, содержащий одну или несколько горьких кислот, обладающий повышенной стабильностью и текучестью при применении³.

Однако, для обеспечения большего использования горьких веществ и минимизации отходов в отрасли применяют хмелевые экстракты^{3,4,5,6,7}.

Состав хмелевых экстрактов, полученных различными способами, представлен в Таблице 4 (Roj, Tadic, Mišik, Žižovic, Arsič, Dobrzyńska-Inger, Kostrzewa, 2015, p. 1157–1171).

Сравнительная характеристика составляющих соединений различных хмелепродуктов приведен в Таблице 5 (O'Rourke, 2003, p. 21–25).

Технологи отмечают, что применение жидких изомеризованных экстрактов дает основное преимущество - снижение потерь охмеленного суслу на стадии кипячения суслу с хмелем.

Производство изомеризованных экстрактов хмеля связано с потерей некоторых соединений, характерных для шишкового хмеля и играющих свою важную роль в осветлении суслу или в других важных процессах, связанных с хмелевыми веществами. По этой причине исследователи пытаются извлечь из отходов хмеля полезные вещества и применить их в технологии пивоварения – это относится к использованию экстрактов полифенолов, жироподобных веществ, танинов, хмелевых масел и т.д. (Munoz-Insa, Gastl, Becker, 2015, p. 228–235).

² Burhardt R.J., Wilson R.J.H. Patent no. 4,946,691 U.S. Washington, DC, 1990.

³ Smith R.Y., Maye J.P., Gimbel A. Patent no. 2778218 A2. München: DC: Prinz&Partner Patentanwälte, 2014.

⁴ Ting P.L., Pratt J., Ryder D.S. Patent no. 8,871,978 U.S. B2. Willington, DC: Miller-Coors L.C. 2014.

⁵ Taniguchi Y., Kobayashi Y., Manabe F. Patent no. 2013/0316068 U.S. A1. Yokogama-Shi, DC: Kirin Holdings Kabushikii Kaisha, 2013.

⁶ Yonezawa D., Yoshida N. Patent no. 8,877,275 U.S. B2. Osaka: DC: Suntory Holdings Ltd, 2014.

⁷ Brouwer R.E., Dekoninck T., Vanbeneden N. Patent no. 2017/134260 A1. Netherlands, DC: Heineken supply chain B.V., 2017.

Таблица 2
Характеристика сортов хмеля

Наименование сорта	Высокий ароматный потенциал	Содержание α -кислот, %	Характерные ароматы
Ароматные сорта			
Perle (Германия)	–	6,6	пряный, мягкий, мятный
Tradition (Германия)	–	5,5	благородный, пряный цветочный
Hersbrucker (Германия)	–	4,5	мягкий, приятный
Spalter Select (Чехия)	–	4,5	благородный, пряный
Styrian Golding Celeia (Чехия)	–	4,5	цветочный фруктовый
Tettnang (Словения)	–	4,5	благородный, пряный
Sladek (Чехия)	–	6,0	пряный, землистый, травяной
Glacier (Австралия)	–	5,5	фруктовый (банан, слива, персик), цветочный
Palisade (США)	–	6,0	фруктовый (абрикос, мара-куйя), цветочный (бузина), цитрусовый (апельсин)
Mount Hood (США)	–	5,5	мягкий, пряный, травяной (тархун, розмарин, фенхель)
Sterling (Чехия)	–	7,0	пряный, фруктовый, цитрусовый
Willamette (Чехия)	–	5,0	пряный (ладан), ягодный (смородина, малина), цитрусовый
Горькие сорта			
Northern Brewer (Германия)	–	8,0	древесный, землистый
Brewer's Gold (Германия)	–	6,5	фруктовый аромат
Pride of Ringwood (Австралия)	–	8,5	запах древесины, почвы и трав
Bullion (США)	–	8,5	аромат смородины
Cluster (США)	+	7,5	умеренный и довольно пряный вкус
Golding (Великобритания)	–	6,0	мягкий, очень приятный и деликатный вкус и аромат
Amarillo (США)	+	8,1	уникальный цитрусовый (грейп-фрут, апельсин), фруктовый (персик, абрикос, дыня)
Cascade (США)	+	8,0	сильный, цитрусовый (грейпфрут), личи
Очень горькие			
Centennial (США)	+	10,0	цитрусовый травяной (эстрагон, ромашка), цветочный
Chinook (США)	+	12,0	тяжёлый травяной (базилик, эстрагон), цитрусовый, ягодный, цветочный, сосновая нота
Columbus (США)	–	15,0	травяной (чай, шалфей), пряный
Simcoe (США)	+	12,0	фруктовый (ежевика, черника, слива, маракуя), травяной
Magnum (Германия)	–	7,5	Хмелевой
Nugget (США)	–	14,0	травяной, смолистый
Galena (США)	–	14,0	хмелевой, цитрусовый

Источник: Христюк А.В., Касьянов Г.И. Хмель в пивоварении // Пиво и напитки. 2007. № 1. С. 10–12.

Ученые пришли к выводу, что экстракты танинов важны в технологии пивоварения, поскольку чем выше уровень экстракта танина, тем ниже восприятие во вкусе пива так называемого «засвеченного» вкуса – результата фоторазложения изогумулона в присутствии рибофлавина, ингибитором которого являются в том числе танины (Munoz-Insa, Gastl, Becker, 2015, p. 228–235)

Таблица 3

Показатели качества гранулированного и изомеризованного гранулированного хмеля

Тип хмеля	Содержание горьких кислот в продукте, %		
	изо- α -кислоты	α -кислоты	β -кислоты
Гранулированный хмель	0,2	10,7	4,2
Изомеризованный гранулированный хмель	10,7	0,3	4,0

Таблица 4

Состав и количественное содержание соединений в изомеризованных экстрактах хмеля, полученного разными путями

Технология экстрактов	Содержание, %			
	α -кислоты	β -кислоты	изо- α -кислоты	ксантогумола
Изомеризованный экстракт хмеля, полученный путем пропускания CO ₂ под сверхдавлением (ИЭ)	41,0	195	–	0,15
Экстракт, полученный обработкой ИЭ солями калия	0,8	23,2	42,9	0,03
Экстракт, полученный обработкой ИЭ оксидом магния	0,1	14,4	31,7	1,19
Экстракт, полученный из отходов всех технологий получения экстрактов	0,7	следы	–	6,49

Таблица 5

Сравнительная характеристика составляющих соединений различных хмелепродуктов

Соединение	Среднее содержание в зависимости от типа хмелепродукта, %			
	хмель	экстракт, полученный органическими растворителями	суперкритический CO ₂ -экстракт	жидкий CO ₂ -экстракт
общие смолы	16,0	37,5	82,5	82,5
α -кислоты	5,0	26,5	46,0	45,0
β -кислоты	6,0	14,0	28,0	30,0
эфирные масла	1,25	2,5	3,0	6,0
твердые смолы	3,0	6,0	8,0	не обнаружено
танины	8,0	2,75	2,52	не обнаружено
воска	3,0	10,5	8,5	5,0
вода	8,0	8,0	4,0	3,0

С другой точки зрения, полярный экстракт бруха хмеля, содержащий танин, при добавлении в осветляющееся сусло в количестве 10–25 мг эквивалентов галловой кислоты / дм³ сусла, способно сокращать время осветления на 20% и длительность фильтрации на 15% (Karabin, Hanko, Nešpor, Jelínek, Dostálek, 2018, p. 1124–1135).

Обсуждение полученных результатов

Результаты аналитического обзора выявили тенденции в развитии ассортимента пивоваренного сырья, в частности хмелепродуктов.

Главная направляющая инновационных разработок – это попытка исследователей удовлетворить нужды пивоваренной отрасли различных масштабов и стран.

Исторически сложилось, что разные страны имеют различные приоритеты в развитии ассортимента пивоваренной продукции – например, США в последнее время предпочитает приемы «холодного» охмеления, что позволяет добиться пива с высокими единицами горечи. Англия предпочитает ароматные эли, темные сорта пива, Германия придерживается классической технологии, Чехия предпочитает производить различные сорта пива

горькие, но не в такой степени как американские сорта. В.Р.ссии рынок развивается в разных направлениях, приобретает популярность крафтовое производство пива с различными вкусовыми оттенками, которое обеспечивает вкусовое разнообразие и интенсивность органолептических оттенков пива (Piron, Poelmans, 2016, p. 205–227).

Стремясь к удовлетворению потребностей производителей разного масштаба, развитие хмелеперерабатывающей отрасли направлено на оптимизацию использования хмелепродуктов с наибольшим выходом и наименьшими потерями с целью обеспечения выпуска продукции стабильного качества. При этом, может страдать качество пива. Как показывают аналитические данные (Roj, Tadic, Mišik, Žižovic, Arsič, Dobrzyńska-Inger, Kostrzewa, 2015, p. 1157–1171), изомеризованные экстракты, полностью перерабатываемые в технологическом цикле, обеднены важными, с точки зрения стабилизации коллоидной системы, соединениями – танинами и полифенолами (O'Rourke, 2003, p. 21–25).

Экономия при использовании изоэкстрактов достигает 20–22% за счет интенсификации внесения и изменения хмелевой дробины при комбинированном внесении, что обуславливает меньшую потерю горьких веществ (Хоконова, 2015, с. 54–56).

Проведенный аналитический обзор показал актуальность разработок в области извлечения из хмеля определенных соединений с целью их поэтапного внесения при приготовлении пива.

Подобная тенденция имеет ряд плюсов и минусов в своей основе. Плюсы обоснованы, во-первых, стабильными качественными показателями хмелепродуктов, во-вторых, упрощенным их хранением, в-третьих, большими сроками годности, в-четвертых, большим процентом использования отдельных соединений, имеющих технологическое обоснования для применения, в-пятых, меньшими затратами по времени и электроэнергии для переработки хмелепродуктов, в-шестых, совместимостью этапов внесения хмелепродуктов с другими технологическими этапами, и наконец, научным интересом к изучению химического состава хмеля и роли этих соединений в пивоварении. Отрицательными же сторонами применения продуктов переработки хмеля является экономическая составляющая, влияющая на рост себестоимости готового пива, а также внесение в жидкую фазу побочных соединений, присутствующих в хмелепродуктах.

На основании приведенного аналитического обзора можно сказать, что целесообразней применение

хмелепродуктов в совокупности с традиционным хмелевым сырьем, применение которого способствует лучшему осветлению охмеленного суслу вследствие формирования бруса, являющегося фильтрующим слоем для белковой взвеси с точки зрения коллоидной стабильности пива. С точки зрения сохранения хмелевой ароматики, конечно, перспективным является внесение традиционного хмеля на стадии брожения или дображивания, или экстрактов, обеспечивающих наличие эфирных соединений, отвечающих за аромат, в готовом пиве (Матвеева, Титов, 2015, с. 111–118), что подтверждается исследователями.

Заключение

Современный пивоваренный рынок предлагает много инновационных продуктов, являющихся перспективным сырьем, применение которых может обеспечивать производство продукции стабильно высокого качества.

Инновационные разработки в области хмелепродуктов нацелены на снижение потерь и затрат на переработку и утилизацию отходов пивоваренного производства, расширение ассортиментной линейки за счет привнесения новых ароматов в классическую продукцию и т.д.

На наш взгляд, необходимо грамотно сочетать применение старых и новых видов сырья, представленных на рынке пивоваренной отрасли. Это позволит получить продукцию стабильного качества и не завысить себестоимость готовой продукции.

Используя зарубежный опыт, необходимо постепенно осваивать и внедрять новые технологии в области хмелевого сырья, что позволит сократить объем используемого импортного сырья, чье соотношение с отечественным составляет 80%:20%.

Литература

- Иванов А.Л., Савин И.Ю., Егоров А.В. Методология оценки ресурсного потенциала земель России для сельскохозяйственного производства (на примере хмеля) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73. с. 19–43. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-73-29-94>
- Леонтьева В.В. Особенности развития сортов хмеля разных сроков созревания // Вестник марийского государственного университета. 2019. Т. 5. № 2. с. 172–177. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-172-177>

- Матвеева Н.А., Титов А.А. Применение технологии сухого охмеления в пивоварении // Научный журнал Н.У.ИТМО. 2015. № 1. с. 111–118. (Процессы и аппараты пищевых производств).
- Руденко Е.Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения // Пиво и напитки. 2007. № 2. с. 66–68.
- Хоконова М.Б. Применение хмеля в пивоваренном производстве // Символ науки. 2015. № 7. с. 54–56.
- Христюк А.В., Касьянов Г.И. Хмель в пивоварении // Пиво и напитки. 2007. № 1. с. 10–12.
- Da Silva G.C., Da Silva, A.A.S., Da Silva, L.S.N., De O.G.doy, R.L., Nogueira L.C., Quitério S.L., Raices R.S.L. Method development by GC-ECD and HS-SPME-GC-MS for beer volatile analysis // Food Chemistry. 2015. Vol. 167. P. 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.033>
- Karabin M., Hanko V., Nešpor J., Jelínek L., Dostálek P. Hop tannin extract: a promising tool for acceleration of lautering // Journal of the institute of brewing. 2018. Vol. 124, issue 4. P. 1124–1135. <https://doi.org/10.1002/jib.502>
- Lafontain S.R., Perera C.B., Vollmer P.M., Shalhamer T.N. Volhe effectiveness of hop volatile markets for forecasting dry-hop aroma intensity and quality of Cascade and Centennial hops // Brewing Science. 2018. Vol. 71. P. 116–140. <https://doi.org/10.23763/BrSc18-19lafontaine>
- Munoz-Insa A., Gastl M., Becker T. Use of polyphenol-rich hop products to reduce sunstruck flavor in beer // Journal of the American Society of Brewing Chemists. 2015. Vol. 73, issue 3. P. 228–235. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2015-0625-01>
- O'Rourke T. Hops and hops products, volhe // Brewer International. 2003. Vol. 3, issue 1. P. 21–25.
- Piron E., Poelmans E. Beer, the preferred alcoholic drink of all? changes in the global and national beer consumption since 1960 and convergence and trends since the 1990s // Brewing, Beer and Pubs / Cabras I., Higgins D., Preece D. London: Palgrave Macmillan, 2016. P. 205–227. https://doi.org/10.1057/9781137466181_11
- Roj E., Tadic V.M., Mišik D., Žižovic I., Arsič I., Dobrzyńska-Inger A., Kostrzewa D. Supercritical carbon dioxide hops extracts with antimicrobial properties // Open Chemistry, 2015. Vol. 13, issue 1. P. 1157–1171. <https://doi.org/10.1515/chem-2015-0131>
- Schönberger C., Kostelecky T. 125th anniversary review: The role of hops in brewing. Journal of the institute of brewing, 2011. Vol. 117, issue 3. P. 259–267. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00471.x>
- Sharp D.C. Factors that Influence the Aroma and Monoterpene Alcohol Profile of Hopped Beer: P.D.Sci. (Food science and technology) thesis. Oregon, 2016. 219 p.

Modern Methods of Using Hop Products in Brewing

Marina V. Gernet

*All-Russian Research Institute of Brewing, Non-alcoholic and Wine-Making Industry – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов" RAS
7, Rossolimo str., Moscow, 119021, Russian Federation
E-mail: institut-beer@mail.ru*

Irina N. Gribkova

*All-Russian Research Institute of Brewing, Non-alcoholic and Wine-Making Industry – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbатов" RAS
7, Rossolimo str., Moscow, 119021, Russian Federation
Email: institut-beer@mail.ru*

The article is devoted to the study of global trends in the hop use with various organoleptic and physico-chemical properties, as well as hop processing products, which is relevant due to the lack of such experience in the domestic industry, volhe presented analytical study aimed at theoretically substantiating and searching for the main directions in the development of technology for processing hop products, as well as identifying the advantages and disadvantages when used in brewing. Analysis of the studied scientific data showed that various types of hops are used in the industry - starting from genetically modified with different levels of aromatic and bitter substances, and various fruit, flower and herbal aromas, which expands the range of brewing products. Many patents related to the technology of isomerized extracts, as well as other products of the processing of hops and its wastes, have been identified, volhe main conclusion that followed the analysis of the revealed scientific literature is that the innovative developments of various countries of the world, mainly the U.A. and Europe, are aimed at obtaining soluble extracts enriched with a certain compound, which is depleted in composition compared to hops and requires additional hop processing products. On the other hand, the researchers are trying to reduce losses from the disposal of brewer's spent hop and use it to extract useful compounds that remained in it after use, volhe main conclusion of the presented analytical review is the need for a competent combination in the use of traditional hops and new types of raw materials presented on the market of the brewing industry.

Keywords: hop varieties, aromatics, hop composition, hop bitter resins, α -acid, β -acids, production of hop products

References

- Ivanov A.L., Savin I.Y., Egorov A.V. Metodologiya otsenki resursnogo potentsiala zemel' Rossii dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (na primere khmelya) [Methodology for assessing the resource potential of Russian lands for agricultural production (by the example of hops)]. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva [Soil Institute Bulletin]*, 2014. Vyp. 73, pp. 19–43. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2014-73-29-94>
- Khokonova M.B. pprimeneniye khmelya v pivovarennom proizvodstve [Hop application in beer production]. *Pimvol nauki [Sciences symbol]*, 2015, no. 7, pp. 54–56.
- Khristyuk A.V., Kas'yanov G.I. Khmel' v pivovarenii [Hop in beer production]. *Pivo i napitki [Beer and beverages]*, 2007, no. 1, pp. 10–12.
- Leont'eva V.V. Osobennosti razvitiya sortov khmelya raznykh srokov sozrevaniya [Features of the development of hop varieties of different ripening periods]. *Vestnik mariiskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Mari State University]*, 2019, vol. 5, no. 2, pp. 172–177. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-172-177>
- Matveeva N.A., Titov A.A. pprimeneniye tekhnologii sukhogo okhmeleniya v pivovarenii [Application of dry hopping technology in brewing]. *Nauchnyi zhurnal N.U.ITMO [Scientific journal N.U.ITMO]*, 2015, no. 1, pp. 111–118.
- Rudenko E.Y.. Sovremennyye tendentsii pererabotki osnovnykh pobochnykh produktov pivovarenii [Current trends in the processing of major by-products brewing]. *Pivo i napitki [Beer and Beverages]*, 2007, no. 2, pp. 66–68.
- Da Silva G.C., Da Silva, A.A.S., Da Silva, L.S.N., De O.G.doy, R.L., Nogueira L.C., Quitério S.L., Raices R.S.L. Method Development by Gc-Ecd and Hs-Spme-Gc-Ms For Beer Volatile Analysis. *Food*

- Chemistry*, 2015, vol. 167, pp. 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.033>
- Karabin M., Hanko V., Nešpor J., Jelínek L., Dostálek P. Hop tannin extract: a promising tool for acceleration of lautering. *Journal of the Institute of Brewing*, 2018, vol. 124, no. 4, pp. 1124–1135. <https://doi.org/10.1002/jib.502>
- Lafontain S.R., Perera C.B., Vollmer P.M., Shelhamer T.N. Volhe effectiveness of hop volatile markets for forecasting dry-hop aroma intencity and quality of Cascade and Centennial hops. *Brewing science*, 2018, vol. 71, pp. 116–140. <https://doi.org/10.23763/BrSc18-19lafontaine>
- Munoz-Insa A., Gastl M., Becker T. Use of Polyphenol-Rich Hop Products to Reduce Sunstruck Flavor in Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 2015, vol. 73, issue 3, pp. 228–235. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2015-0625-01>
- O'Rourke T. Hops and hops products, volhe. *Brewer International*, 2003, vol. 3, issue 1, pp. 21–25.
- Piron E., Poelmans E. Beer, the Preferred Alcoholic Drink of All? Changes in the Global and National Beer Consumption Since 1960 and Convergence and Trends Since the 1990s. *Brewing, Beer and Pubs*. London: Palgrave Macmillan, 2016, pp. 205–227. https://doi.org/10.1057/9781137466181_11
- Roj E., Tadic V.M., Mišik D., Žižovic I., Arsič I., Dobrzyńska-Inger A., Kostrzewa D. Supercritical Carbon Dioxide Hops Extracts with Antimicrobial Properties. *Open Chemistry*, 2015, vol. 13, issue 1, pp. 1157–1171. <https://doi.org/10.1515/chem-2015-0131>
- Schönberger C., Kostelecky T. 125th Anniversary Review: The Role of Hops in Brewing. *Journal of the Institute of Brewing*, 2011, vol. 117, issue 3, pp. 259–267. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2011.tb00471.x>
- Sharp D.C. Factors that Influence the Aroma and Monoterpene Alcohol Profile of Hopped Beer: P.D.(Food science and technology) thesis. Oregon, U.A. 2016, 219 p.