

УДК 644.44

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СПОСОБА СУХОГО ОХМЕЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГОРЕЧИ ПИВА

Ю. С. Назарова¹, Н. В. Саманкова²

¹Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь

²Белорусский государственный экономический университет, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Цель исследования – импортозамещение хмеля на пивоваренных предприятиях республики. Научная актуальность обусловлена необходимостью обоснования режимов сухого охмеления для обеспечения необходимой степени горечи напитка при использовании хмеля белорусской селекции.

Материалы и методы. Хмель гранулированный трех сортов: Tettnanger, Northern Brewer, Perle в процессе полного и дробного сухого охмеления. Экстракции горьких веществ из суслу изооктаном, спектрофотометрическое определение оптической плотности изооктанового экстракта при длине волны 255 нм.

Результаты. При полном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30 и 35 г/дал является нецелесообразным, в этих образцах значение горечи пива ниже, чем в контрольных образцах. При дробном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30, 35 и 40 г/дал позволяет получать молодое пиво с содержанием горечи выше, чем в контрольных образцах.

Выводы. Способ сухого охмеления является предпочтительным и рекомендуется для использования при установленных технологических режимах для производства пива с использованием хмеля белорусской селекции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хмель; сухое охмеление; горечь пива; сорт; сбраживание суслу.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Назарова, Ю. С. Оценка влияния способа сухого охмеления на изменение горечи пива // Ю. С. Назарова, Н. В. Саманкова // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 92–102.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF DRY HOPPING METHOD ON THE CHANGE IN THE BITTERNESS OF BEER

Yu. S. Nazarova¹, N.V. Samankova²

¹Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

²Belarusian State Economic University, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The purpose of the study is to focus on import substitution of hops at the breweries of the Republic of Belarus. The scientific relevance is due to the need to justify the dry hopping regimes to ensure the required level of beer bitterness produced with hops of Belarusian selection.

Materials and methods. Granulated hops of three varieties: Tettnanger, Northern Brewer, Perle in complete and fractional dry hopping. Iso-octane extraction of bitter substances from the must, spectrophotometric optical density of iso-octane extract at a wavelength of 255 nm.

Results. In complete dry hopping, the introduction of hops in the amount of 30 and 35 g/dal is found to be inappropriate. In these samples the bitterness of beer is lower than that in reference samples. With fractional dry hopping applied, the introduction of hops in the amount of 30, 35 and 40 g/dal makes it possible to obtain schenk beer with higher bitterness level than that in reference samples.

Conclusions. The dry hopping method is found out to be preferable and can be recommended for the use under certain technological conditions in the production of beer using hops of the Belarusian selection.

KEY WORDS: *hops; dry hopping; bitterness of beer; variety; must fermentation.*

FOR CITATION: Nazarova, Yu. S. Evaluation of the influence of the method of dry hopping on the change in the bitterness of beer // Yu. S. Nazarova, N. V. Samankova // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2022. – № 1(32). – P. 92–102 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время интерес к производству пива верхового брожения во всем мире резко возрос, в основном за счет увеличения количества мини-пивоварен. Главной отличительной чертой данных сортов пива является внесение больших порций хмеля в пивное сусло на стадии охмеления, а иногда и непосредственно в готовое пиво для придания ярко выраженного хмелевого вкуса и аромата [1–5].

Пиво верхового брожения в Республике Беларусь практически не производится, а импортируется из других стран. Однако в последние годы оно является трендовым, и многие пивоварни пытаются освоить его производство, тем самым увеличив ассортимент и потребительский спрос на свою продукцию [6–7]. В связи с этим сегодня так актуальна проблема повышения конкурентоспособности этого напитка за счет разработки технологии сортов пива верхового брожения, где в качестве источника горьких и ароматических веществ будет использован хмель белорусской селекции.

Особенностью производства пива верхового брожения является применение метода сухого охмеления. Эта технология находит всё большую популярность в пивоварении, данный способ охмеления хоть и является трудоемким, но в то же время и наиболее эффективным именно для крафтового пивоварения, позволяет получать сорта пива, выделяющиеся из общей линейки традиционных сортов.

Технология холодного охмеления, иначе называемая сухим охмелением (англ. «dry hopping»), вызывает повышенный интерес. О сухом охмелении можно говорить только в том случае, если внесение хмеля происходит на холодном участке пивоваренного производства [8–12].

Экстрагирование соединений хмеля при «сухом» охмелении, то есть при внесении хмеля на стадии главного брожения, значительно отличается от тех же процессов при классическом охмелении на стадии кипячения сусла с хмелем. Это связано с различием растворителя или среды: в случае классического охмеления средой служит водный раствор экстрагируемых соединений зернопродуктов при температуре кипения; в случае «сухого» охмеления – водно-спиртовой раствор. Также влияние оказывают технологические условия процесса: при классическом охмелении происходит экстракция и превращение растворимых соединений хмеля при кипячении, что влечет за собой потери хмелевых летучих соединений при испарении жидкости, при «сухом» охмелении температура процесса зависит от применяемых рас дрожжей и колеблется от 0 до 20 °С и потери летучих соединений хмеля в основном не значительны и связаны с адсорбцией на поверхности пузырьков диоксида углерода и клеток дрожжей [6, 8, 10, 11].

Однако, несмотря на значительные достижения в этой области, существует и ряд проблем, от решения которых будет зависеть не только качество готового продукта, но и экономическая эффективность предприятия в целом. Одной из них является использование импортного сырья – ведь весь хмель (за единичным исключением), используемый для создания сортов пива в данной стилистике, имеет американское или новозеландское происхождение, а требуемое его количество для достижения необходимой горечи в таких сортах велико, что приводит к ощутимому росту себестоимости напитка. Это особенно важно в свете «жесткой» конкуренции на современном рынке пивоваренной продукции.

Цель исследования – импортозамещение хмеля на пивоваренных предприятиях республики.

Общая научная задача – оценка влияния способа сухого охмеления на изменение горечи пива для обоснования технологических режимов его получения при использовании хмеля белорусской селекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлся хмель гранулированный трех сортов: Tettnanger, Northern Brewer, Perle, выращенный в Гродненской области, Малоритском районе на предприятии СП «Бизон», а также объектами исследований являлись образцы пивного сусла (лабораторного и охмеленного), молодого и готового пива, полученные в лабораторных условиях учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В работе применены общепринятые и специальные физико-химические методы оценки и анализа свойств сырья, лабораторного и охмеленного сусла, молодого пива.

В процессе работы исследовали показатели хмеля: органолептические – по ГОСТ 32912, влажность методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 13586.5. Определение зольности определяют отношением массы золы, оставшейся после прокаливания навески хмеля, к массе навески.

Определение α -кислот проводили методом кондуктометрического титрования по ГОСТ 21948. При определении содержания горьких веществ использовали спектрофотометрический метод по методике ЕВС (8.8). Содержание горечи в сусле определяли путём экстракции горьких веществ из сусла изооктаном и определения оптической плотности изооктанового экстракта на спектрофотометре при длине волны 255 нм.

Для получения пивного сусла использовали 100 % светлый ячменный солод, затирание проводили настойным способом.

Процесс главного брожения для опытных и контрольных образцов вели при температуре 20 °С. Длительность главного брожения составляла 7 суток. Сбраживали пивное сусло с содержанием сухих веществ 11 % в стеклянных бутылках ёмкостью 750 см³. Дрожжи задавали в количестве 20 млн. клеток/ см³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе были изучены качественные характеристики трех сортов гранулированного хмеля: Tettnanger, Northern Brewer, Perle отечественного производства. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Анализ данных, представленных в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что по всем показателям качества хмель соответствует требованиям ГОСТ 32912-2014. Следовательно, данные сорта хмеля можно использовать в дальнейших исследованиях.

В проводимых экспериментальных исследованиях изучали возможность замены классического охмеления на стадии кипячения сусла с хмелем на сухое охмеление на стадии сбраживания пивного сусла. В первом случае проводили 100 % сухое охмеление на стадии главного брожения, во втором случае осуществляли дробное охмеление, то есть совмещали классическое охмеление на стадии кипячения сусла с хмелем, а также сухое охмеление на стадии главного брожения. Контролем служили образцы, в которых процесс охмеления вели классическим способом. Расчётное количество хмеля вносили в два приёма, первые 50 % через 15 минут от начала процесса кипячения и 50 % за 15 минут до конца кипячения. Продолжительность процесса составляла 40–50 минут.

Табл. 1. Качественные показатели различных сортов гранулированного хмеля

Table 1. Qualitative indicators of various varieties of granulated hops

Наименование показателя	Требование ГОСТа 32912-2014	Хмель гранулированный		
		Сорт Tettnanger	Сорт Perle	Сорт Northern Brewer
Запах	Специфический хмелевой	+	+	+
Цвет	От светло-желто-зеленого до золотисто-зеленого	+	+	+
Влажность, %, не более	6,00 – 13,00	6,75 ± 0,10	7,14 ± 0,02	6,55 ± 0,10
Массовая доля зола в пересчете на абсолютно сухое вещество, % не более	14,00	9,74 ± 0,01	9,85 ± 0,01	9,78 ± 0,20
Массовая доля горьких веществ, %, не менее	2,50	24,5 ± 0,01	28,3 ± 0,20	17,9 ± 0,05
Массовая доля α -кислот в пересчете на сухое вещество, %, не менее	2,50	7,3 ± 0,02	8,8 ± 0,15	5,0 ± 0,01

Для опытных образцов, с полным сухим охмелением, пивное сусло вначале подвергали кипячению в течение 40–50 минут, но не более 80 минут. Затем сусло фильтровали и охлаждали. В сусло вносили расчетное количество хмеля, предварительно измельчив его. Количество вносимого хмеля составляло 30; 35 и 40 г/дал с учётом того, что готовое пиво должно иметь степень горечи 50–60 IBU.

В процессе сбраживания пивного сусла контролировали динамику перехода растворимых в воде и спирте компонентов хмеля, в первую очередь общую горечь.

Динамика экстрагирования горьких веществ в пивное сусло в процессе главного брожения, представленная на рис. 1, свидетельствует о том, что для всех трех сортов хмеля в опытных образцах наблюдается интенсивный переход горьких веществ в пивное сусло. Однако стоит отметить, что при полном сухом охмелении только в опытных образцах с дозировкой хмеля 40 г/дал содержание горечи превышает контрольные показатели.

Для сорта Tettnanger, Perle и Northern Brewer наибольшая горечь пришлась на седьмые сутки, в опытных образцах с внесением хмеля в количестве 40 г/дал, что превышает контрольные показатели на 2,60; 2,81 и 3,47 % соответственно.

Это, вероятно, связано с тем, что при использовании классического способа охмеления сусла на стадии кипячения сусла с хмелем труднорастворимые неизомеризованные α -кислоты обычно осаждаются во время брожения в результате снижения значения pH. За счет частичного нахождения α -кислот в сбраживаемой среде при определении единиц горечи у образцов пива с сухим охмелением этот показатель существенно повышается.

Многие ароматические соединения, производные эфирного масла хмеля, формируются при сухом охмелении в процессе сбраживания пивного сусла при pH 3,8–4,3 в результате дрожжевого метаболизма и гидролитических процессов, что влияет на вкусовые оттенки готового пива [4, 5]. В присутствии дрожжей терпеновые соединения адсорбируются на поверхности дрожжей, и их содержание уменьшается в процессе сухого охмеления [7], что связано с полярностью: полярные эфирные масла, например, мирцен и гумулен, адсорбируются в большей степени, чем менее полярные, такие как линалоол и гераниол [8]. Поэтому для определения влияния количества вносимого хмеля трех разных сортов при полном сухом охмелении на стадии главного брожения на горечь, воспринимаемую органами чувств, был проведен органолептический анализ молодого пива.

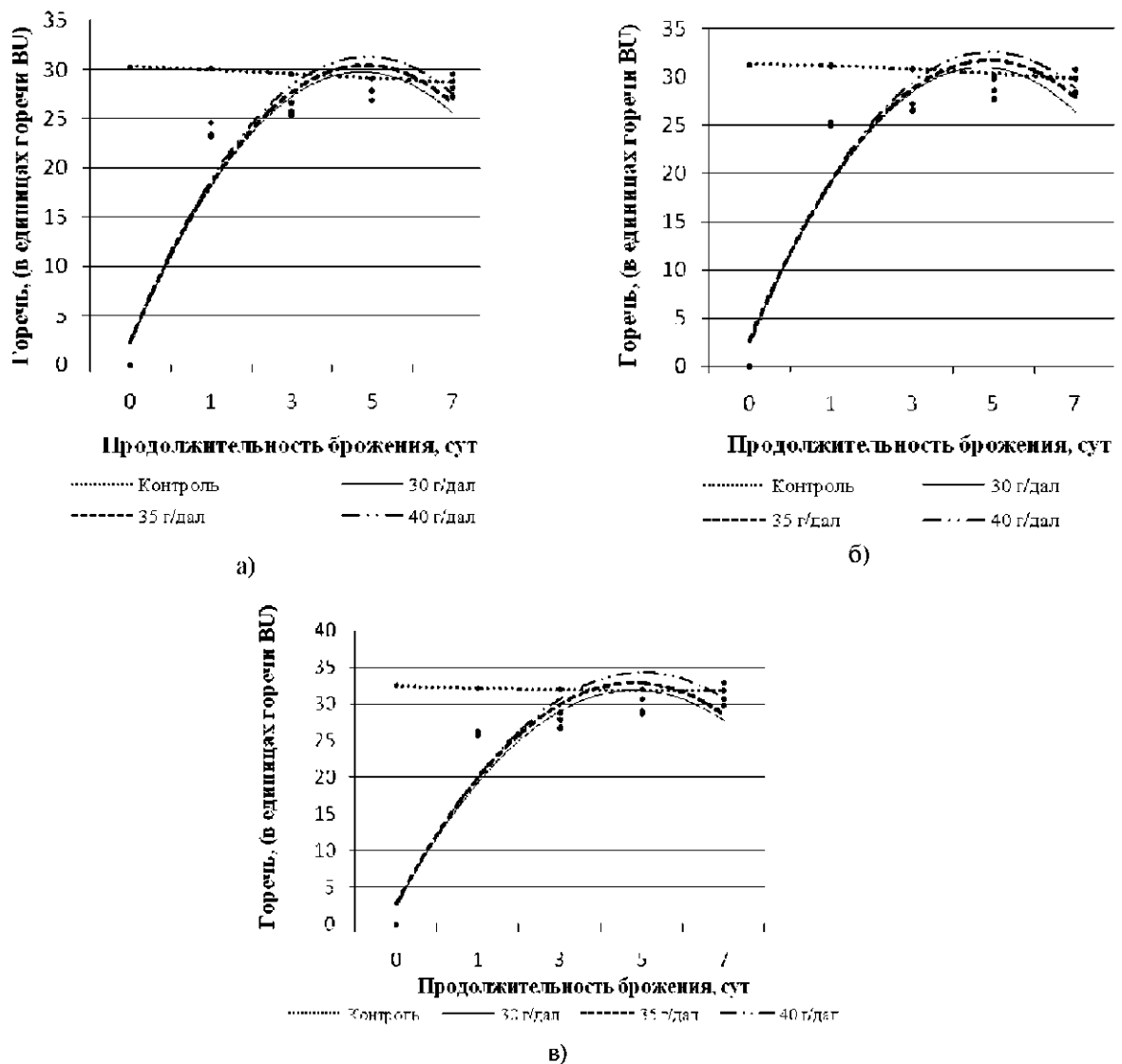


Рис. 1. Изменение содержания горечи в процессе главного брожения при полном сухом охмелении: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

Fig. 1. Changes in bitterness level during main fermentation with complete dry hopping: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

Изучались такие органолептические показатели, как хмелевая горечь, аромат и вкус. На основании проведенной органолептической оценки образцов молодого пива были построены профилограммы органолептических показателей. Используемый при этом профильный метод анализа позволяет оценивать органолептические характеристики пива по степени выраженности каждого отдельного показателя по пятибалльной шкале. Результаты органолептической оценки представлены на рис. 2–4.

На основании сравнительного анализа построенных профилограмм органолептических показателей молодого пива, полученного с использованием различных количеств хмеля трех сортов, установлено, что изученные опытные образцы имеют наиболее полный, чистый и гармонично сложенный вкус, чистый, свежий, тонкий хмелевой аромат. Хмелевая горечь – мягкая, слаженная, соответствующая типу пива.

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 30 г/дал не зависимо от используемого сорта хмеля, имели выраженный хмелевой аромат, в котором в отличие от контрольных образцов явно прослеживались фруктовые и цветочные тона. Однако по интенсивности горечи уступали контрольным образцам.

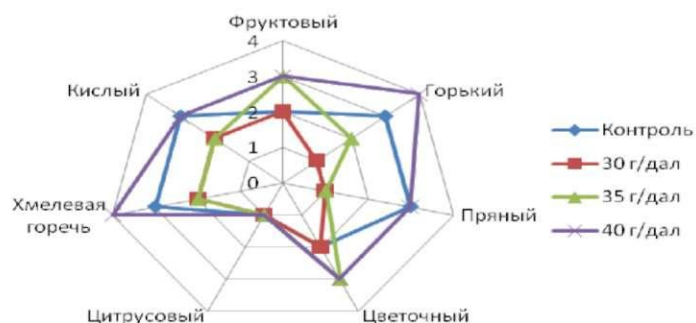


Рис. 2. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Northern Brewer

Fig. 2. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Northern Brewer hops

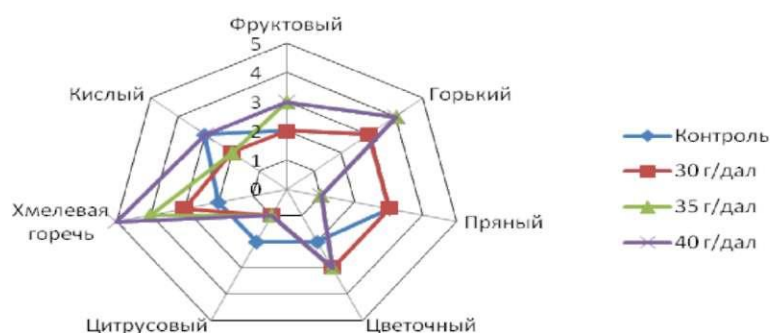


Рис. 3. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Tettnanger

Fig. 3. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Tettnanger hops

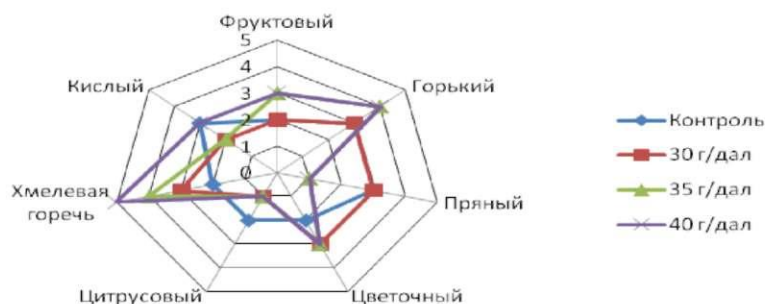


Рис. 4. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при полном сухом охмелении хмелем сорта Perle

Fig. 4. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by complete dry hopping with Perle hops

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 35 и 40 г/дал, характеризовались нарастающей интенсивностью горечи, при этом хмелевая горечь была слаженной, нетерпкой, слегка остающейся в послевкусии.

Вероятно, с увеличением количества вносимого хмеля, а также за счет снижения pH броющей среды, температуры брожения, а также биохимических процессов, происходящих под действием дрожжевой культуры, происходит усиление ароматообразования углеводородами посредством разрыва эфирных соединений гераниола, линалоола, α -терпинеола [10–13].

Для опытных образцов, которые подвергались дробному сухому охмелению, на стадии кипячения суслу с хмелем вносили 50 % от общего количества вносимого хмеля, подвергали кипячению в течение 40–50 минут, но не более 80 минут. Затем сусло фильтровали и охлаждали. Вносили в охмеленное сусло оставшееся количество хмеля, предварительно измельчив его.

В процессе дробного сухого охмеления также определяли значение горечи для образцов молодого пива. Динамика экстрагирования горьких веществ в пивное сусло в процессе главного брожения, представленная на рис. 5, свидетельствует о том, что для всех трех сортов хмеля в опытных образцах наблюдается интенсивный переход горьких веществ в пивное сусло. Однако, стоит отметить, что при дробном сухом охмелении во всех опытных образцах содержание горечи превышает контрольные показатели.

Образцы сорта хмеля Tettnanger, в которые хмель вносили в количестве 30; 35 и 40 г/дал, превышали контроль по содержанию горечи соответственно на 12,57; 19,44 и 24,10 %; для сорта хмеля Northern Brewer превышали контрольные показатели по содержанию горечи соответственно на 12,52; 17,05 и 23,31 %; для сорта хмеля Perle превышали контрольные показатели по содержанию горечи соответственно на 12,74; 21,74 и 27,39 %.

Вероятно такое повышенное содержание горечи связано с тем, что часть хмеля вносили на стадии кипячения суслу с хмелем как при классическом способе охмеления суслу в результате чего часть α -кислот хмеля подверглась изомеризации и перешла в растворимые изо- α -кислоты.

Так же были исследованы органолептические показатели молодого пива, полученного способом дробного сухого охмеления. На основании сравнительного анализа построенных профилограмм органолептических показателей молодого пива, представленных на рис. 6–8, установлено, что применение технологии дробного сухого охмеления позволяет получить пиво с более высокой степенью горечи, а также обогатить пиво ароматическими компонентами.

Опытные образцы молодого пива, независимо от используемого сорта хмеля, имели выраженный хмелевой аромат, с пряными, цветочными и травянистыми оттенками. По интенсивности горечи опытные образцы превосходили контрольные, причем интенсивность горечи увеличивалась прямо пропорционально повышению дозировки вносимого хмеля [13–17].

Опытные образцы молодого пива, в которые хмель вносили в количестве 40 г/дал, характеризовались нарастающей интенсивностью горечи, при этом хмелевая горечь была терпкой, остающейся в послевкусии. Для опытных образцов с использованием хмеля сорта Perle пробивалась кислота во вкусе.

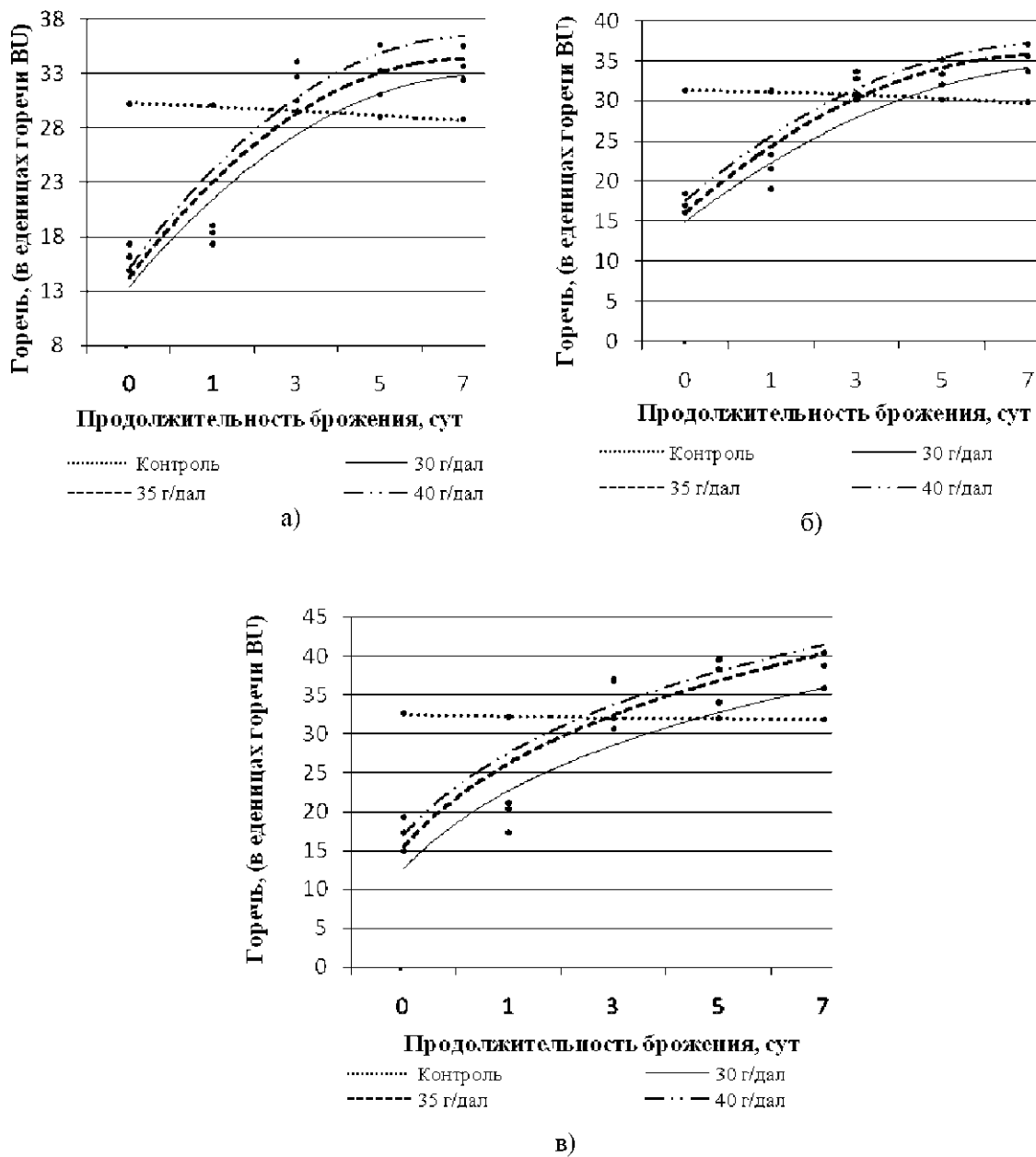


Рис. 5. Изменение содержания горечи в процессе главного брожения при полном сухом охмелении: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

Fig. 5. Changes in bitterness level during main fermentation with complete dry hopping: а) Northern Brewer; б) Tettnanger; в) Perle

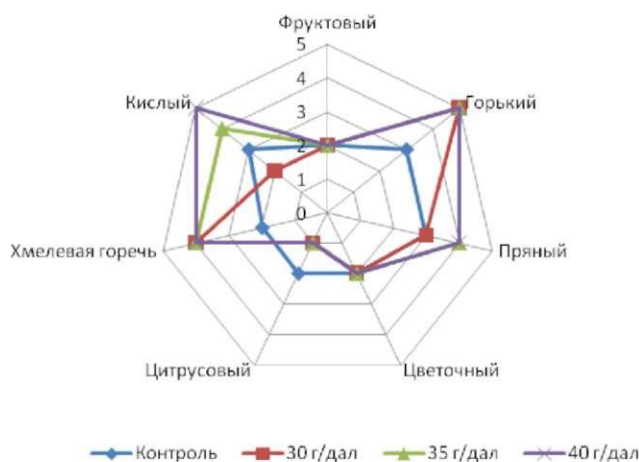


Рис. 6. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Northern Brewer

Fig. 6. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Northern Brewer hops



Рис. 7. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Tettnanger

Fig. 7. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Tettnanger hops

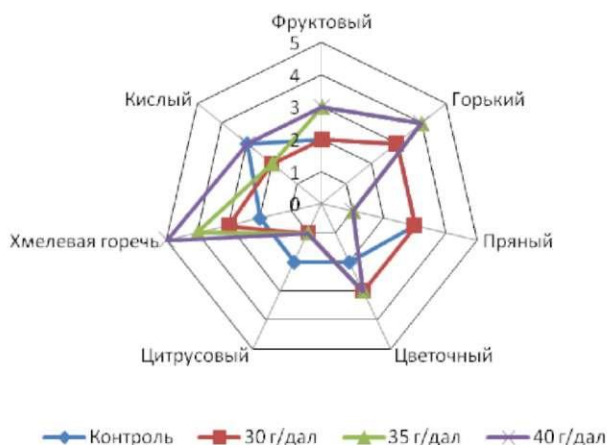


Рис. 8. Органолептический профиль вкуса молодого пива, полученного при дробном сухом охмелении хмелем сорта Perle

Fig. 8. Organoleptic taste profile of schenk beer obtained by fractional dry hopping with Perle hops

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обобщая полученные данные, установлено, что при дробном сухом охмелении переход горьких веществ в пиво на стадии главного брожения происходит намного интенсивнее, чем при полном сухом охмелении, и зависит от содержания α -кислот в хмеле и количества вносимого хмеля. Также установлено, что при дробном сухом охмелении внесение хмеля в количестве 30; 35 и 40 г/дал позволяет получать молодое пиво, в котором значенные горечи выше, чем в контрольных образцах на 22,52–27,39 %. Это подтверждается данными, полученными при оценке сенсорных профилей опытных образцов молодого пива, несмотря на то, что пиво приобрело насыщенный гармоничный аромат хмеля, цветов и фруктов и полноту вкуса, горечь в опытных образцах с содержанием хмеля 40 г/дал была терпкая, остающаяся, а также пиво приобретало незначительную кислотность во вкусе.

Исследования проводились в рамках выполнения ГПНИ, финансируемой Министерством образования Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шёнбергер, К. Хорошо проведенное сухое охмеление – половина успеха / К. Шёнбергер // Мир пива. – 2014. – № 3 – С. 277–280.
- 2 Кокуца, З. Влияние сухого охмеления на горечь пива / З. Кокуца, В. Миттер // Мир пива. – 2016. – № 2 – С. 80–82.
- 3 Форстер, А. Поведение некоторых ингредиентов хмеля при сухом охмелении / А. Форстер // Мир пива. – 2016. – № 3 – С. 94–98.
- 4 Takoi, K. Biotransformation of Hop-Derived Monoterpene Alcohols by Lager Yeast and Their Contribution to the Flavor of Hopped Beer / K. Takoi [et al.]. // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. – Vol. 58. – P. 5050–5058.
- 5 Yang, X. Hydrolysis and reversible isomerization of humulene epoxides II and III / X. Yang, M. L. Deinzer // J. Org. Chem. – 1992. – Vol. 57. – P. 4717–4722.
- 6 Грибкова, И. Н. Влияние соединений хмеля на формирование органолептических показателей пива при «холодном» способе охмеления / И. Н. Грибкова, О. А. Борисенко // Пиво и напитки. – 2021. – № 1. – С. 30–35.
- 7 Гернет, М. В. Влияние соединений хмеля и хмелепродуктов на сенсорный профиль готового пива / М. В. Гернет, И. Н. Грибкова // XXI век: итоги прошлого, проблемы настоящего плюс. – 2020. – № 1(45). – С. 93–99.
- 8 Praet, T. Biotransformations of hop-derived aroma compounds by *Saccharomyces cerevisiae* upon fermentation / T. Praet [et al.]. // Cerevisia. – 2012. – Vol. 36. – P. 125–132.
- 9 Noro, Y. Selective adsorption of hop derived aroma substances by nonviable dry brewing yeast / Y. Noro [et al.] // Proceedings of the ASBC Annual Meeting. – La Quinta, California, 2015. – P. 255–259.
- 10 Cibaka, M. L. K. Dry Hopping with the Dual-Purpose Varieties Amarillo, Citra, Hallertau Blanc, Mosaic, and Sorachi Ace: Minor Contribution of Hop Terpenol Glucosides to Beer Flavors / M. L. K. Cibaka, C. S. Ferreira, L. Decourtière // Journal of the American Society of Brewing Chemists. – 2017. – Vol. 75(2). – P. 122–129.
- 11 Sharp, D. C. The effect of hopping regime, cultivar and β -glucosidase activity on monoterpene alcohol concentrations in wort and beer / D. C. Sharp, J. Steensels, T. H. Shellhammer // Journal of the Institute of Brewing. – 2017. – Vol. 123 (2). – P. 185–191.
- 12 Матвеева, Н. А. Выбор сорта хмеля для технологии сухого охмеления / Н. А. Матвеева, А. А. Титов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 4 – С. 120–125.
- 13 Пиво. Общие технические условия: СТБ 395-2017. – Введ. 29.06.2017. – Минск: Гос. Комитет по стандартизации Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 26 с.
- 14 Пиво. Общие технические условия: ГОСТ 31711-2012. – Введ. 01.07.2013. – М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ИПК Издательство стандартов, 2019. – 31 с.
- 15 Гернет, М. В. Влияние соединений хмеля и хмелепродуктов на сенсорный профиль готового пива / М. В. Гернет, И. Н. Грибкова // XXI век: итоги прошлого, проблемы настоящего плюс. – 2020. – № 1(45). – С. 93–99.
- 16 Назарова, Ю. С. Сухое охмеление пива верхового брожения // Ю. С. Назарова // Тезисы Междун. научно-технич. конфер. «Инновационные технологии в обеспечении качества и безопасности химических и пищевых продуктов», Ташкент, 24–25 сентября 2021 г. / Ташкентский химико-технологический институт. – Ташкент, 2021. – С. 168.
- 17 Назарова, Ю. С. Изменение горьких веществ хмеля при сухом охмелении пива // Ю. С. Назарова // Тезисы Междун. научно-технич. конфер. «Инновации в агропромышленной отрасли Узбекистана и интеграция тенденций переработки сельскохозяйственного сырья в странах центральной Азии и Казахстана», Ташкент, 29 ноября 2021 г. / Ташкентский химико-технологический институт. – Ташкент, 2021. – С. 170–173.

Поступила в редакцию 29.05.2022 г.

ОБ АВТОРАХ:

Юлия Станиславовна Назарова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Наталья Викторовна Саманкова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры товароведение непродовольственных товаров, Белорусский государственный экономический университет, e-mail: samankova@list.ru.

ABOUT AUTHORS:

Yulia S. Nazarova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Production Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: juliya.nazarova2015@yandex.ru.

Natalya V. Samankova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Science of Non-food Products, Belarusian State Economic University, e-mail: samankova@list.ru.