

перспективы: сб. науч. трудов. / УО «Гродненский государственный аграрный университет», под ред. В.К. Пестиса. – Гродно, 2007. – Т. 1: Агрономия. Экономика. – С. 143–149.

УДК 663.4 (476)

КАЧЕСТВО ПИВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

А.А. Регилевич, Г.М. Милоста, Е.А. Цед

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь, 230008

УО «Могилевский государственный университет продовольствия»

г. Могилев, Республика Беларусь, 212027

***Аннотация.** Лабораторными исследованиями, проведенными в УО «Могилевский государственный университет продовольствия» по определению качественных показателей сусла и пива при использовании шишек хмеля сорта немецкой селекции Hallertauer Magnum, возделываемого в западном регионе Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с применением борных, медных и цинковых микроудобрений, установлено, все полученные образцы готового пива соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству готового пива, однако при кипячении сусла с хмелем с внесением его в два приема происходили изомеризационные процессы, сопровождающиеся различной динамикой образования изомерных форм альфа-кислот. Максимальное количество изогумулона образовывалось в сусле при совместном внесении борных и цинковых микроудобрений (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$).*

***Summary.** The laboratory examinations spent in «Mogilyov State University of Foodstuffs» by definition of qualitative indexes of wort and beer at using of hop cones of German selection sort Hallertauer Magnum cultivated in the Western Belarus on the sod-podzol sabulous soil spread by drift clay with using of boric, copper and zinc microfertilizers were carried out. The examples of ready beer corresponded to the standard indexes shown to quality of ready beer. But at wort boiling with beer which used in two steps happened isomerization processes which followed by various dynamic's formation of isomeric forms of alpha acids. The maximum quantity of isohumuloneis formed in wort at joint using of boric and zinc microfertilizers (Using of organic and mineral fertilizers + $B_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$).*

Введение. Для пивовара важно создание сортов пива с уникальными вкусовыми и ароматическими характеристиками, непохожими на сорта конкурентов. Состав хмеля оказывает решающее влияние на качество производимого из него пива. Использование хмеля в пивоварении связано главным образом, с тем, что он придает пиву специфический горький вкус и аромат, который сообщают суслу и пиву соответ-

ственно изомеризованные изо-альфа-кислоты и эфирные масла хмеля. Кроме того, вещества хмеля участвуют в коагуляции белков при кипячении сусла, способствуют улучшению пенистых свойств продукта, предохраняют пиво от «старения» вкуса, связанного с окислительными процессами, влияют на стабильность напитка при хранении. Таким образом, качество пива существенно зависит от химического состава хмеля, используемого при его производстве. Шишки хмеля являются обязательным и незаменимым сырьем для пивоваренной промышленности, так как горькие вещества, наиболее полезные и характерные составные части хмеля, которые в подобной форме не встречаются у других растений. Если ячмень может быть частично заменен пшеницей, кукурузой, рисом, соей и другими культурами, то шишки хмеля – незаменимое сырье. Все попытки ученых найти замену ему в пивоварении оказались пока безрезультатными. Горькие вещества хмеля – это комплекс безазотистых соединений сложного химического состава. Горьким веществам хмеля свойственна высокая антибиотическая активность по отношению к микроорганизмам (молочнокислым бактериям и сарцинам) спонтанно развивающимся при изготовлении пива и ухудшающим его качество. В свежесобранном хмеле горькие вещества состоят, главным образом, из альфа- и бета-кислот, а также альфа- и бета- мягких и твердых смол. Среди компонентов горьких веществ наиболее ценными является альфа-кислота (гумулон, когумулон, адгумулон), которая в процессе охмеления сусла превращается в изо-альфа-кислоту (изогумулон). Изогумулон считают основным носителем горечи пива. Бета-кислота (лупулон, адлупулон, колупулон) лишена горечи, однако в процессе окисления она превращается в гумулоны и луптрион, которые имеют приятную горечь.

Полифенольные (дубильные) вещества хмеля, относящиеся к группе катехинов, обуславливают терпкость вкуса сусла, его прозрачность и интенсивность окраски. Они осветляют сусло, образуя осаждающие комплексы с белками, участвуют совместно с горькими веществами в формировании вкусовых качеств пива, способствуют его пенокостости.

Эфирное (хмелевое) масло хмеля, представленное смесью ароматических углеводов и терпенов, играет определенную роль в образовании аромата пива, несмотря на то, что в процессе кипячения сусла большая часть эфирного масла улетучивается [129, 146].

Однако одному из соединений, а именно когумулону, приписывают негативную роль в формировании горечи пива. Желательное содержание когумулону – 20–25% от содержания альфа-кислот.

Цель работы. Определить качественные показатели сусла и пива при использовании шишек хмеля сорта немецкой селекции Hallertauer Magnum, возделываемого в Западной Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с применением борных, медных и цинковых микроудобрений.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в фермерском хозяйстве «Магнум-Хмель» Пружанского района Брестской области с районированным сортом немецкой селекции Hallertauer Magnum, относящимся к группе горьких сортов. Почва дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины 60 см легким опесчаненным моренным суглинком. Агрохимическая характеристика исследуемой почвы: рН в КСІ 5,8-5,9; содержанием гумуса – 1,88%, P₂O₅ – 171-175 и K₂O – 169-185 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности. Ежегодно вносилось 30 т/га органических удобрений и оптимальная доза минеральных удобрений – N₁₈₀P₁₈₀K₂₄₀.

На одной делянке размещали 40 учетных растений, расположенных в четыре ряда по 10 растений в каждом. По 4–12 растений того же сорта оставляли на концевых защитных полосах. Растения высаживались по схеме 3,0x1,5 м. Учетная площадь делянки – 180 м². Опыты закладывали в 4-кратной повторности. Микроэлементы вносились в почву некорневым способом в различных дозах и сочетаниях. Некорневое внесение микроэлементов проводилось трехкратно в течение вегетации растений. Сроки обработок: 1 – во второй декаде мая в начале интенсивного роста хмеля при высоте растений 1,5-2,0 м.; 2 – во второй декаде июня в начале образования и роста боковых побегов при высоте растений 4,5-5,0 м.; 3 – в конце июля начале августа в начале цветения хмеля. Учет урожая проводился сплошным методом, поделочно. Уборка шишек проводилась вручную в фазу технической спелости.

Пробная варка пива проводилась в лаборатории УО «Могилевский государственный университет продовольствия». Образцы сусла готовились с массовой долей сухих веществ 11%, в которые были внесены одинаковые дозировки исследуемых образцов хмеля. Хмель вносили в два приема: 10% – за 10 минут до окончания кипячения и 90% по истечении 15 минут кипячения. После двухчасового кипячения исследуемые образцы сусла охлаждали и определяли в них качественные показатели. Затем охмеленные и охлажденные образцы сусла сбраживались при температуре 6 °С, и по истечении 7 суток брожения в молодом пиве определялись основные технологические показатели (содержание изогумулону, цветность, аминный азот, содержание спирта, зна-

чение рН). После стадии главного брожения образцы молодого пива подвергались выдержке при температуре 2 °С в течение 21 суток, и проводился анализ физико-химических и органолептических показателей готового пива (вкус пива, его аромат и хмелевая горечь, содержание в нем изогумулона и др.).

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе работы нами изучались органолептические и физико-химические показатели шишкового хмеля. В настоящее время на хмель, предназначенный для пищевой промышленности, распространяется Государственный стандарт «Хмель прессованный. Технические условия» ГОСТ 21947–76. Техническими требованиями этого стандарта определены наиболее ценные показатели хмеля, представленные в таблице 1.

Анализ полученных результатов показал, что все исследуемые образцы хмеля характеризовались нормативными качественными показателями и высоким содержанием альфа-кислот, что позволяет отнести их к группе сортов хмеля «с высоким содержанием альфа-кислот».

Поскольку специфическая горечь большинства хмелевых веществ в пиве является следствием процессов их изомеризации, окисления и трансформации, происходящих при кипячении суслу с хмелем, необходимо было провести исследования по определению физико-химических процессов при получении суслу и его сбраживании в зависимости от использования исследуемых образцов шишкового хмеля.

С этой целью были приготовлены образцы суслу с массовой долей сухих веществ 11%. Основное внимание уделялось содержанию в сусле изо-альфа-кислот, обеспечивающих 90-95% общей горечи суслу и пива.

Из данных таблицы 2 видно, что вносимый хмелевой компонент оказывал влияние на физико-химические показатели суслу, и в первую очередь, на горечь суслу. Так, наибольшее количество изогумулона образовывалось в сусле из образца хмеля, отобранного с варианта, где применялось совместное внесение бора и цинка, несколько меньшее его количество отмечалось в образцах хмеля с делянок с внесением бора, цинка, а наименьшее – в образце с внесением меди. Такое различие в содержании изогумулоновой фракции суслу обусловлено, прежде всего, кинетикой изомеризационных процессов исходных альфа-кислот, содержащихся в шишковом хмеле, происходящих при кипячении суслу.

Некоторое отличие в показателях цветности и кислотности готового суслу обусловлено, вероятно, различным содержанием органических кислот и дубильных веществ, содержащихся в образцах хмеля.

Таблица 1 – Качественные показатели исследуемых образцов хмеля

Показатели качества	Требования	Исследуемые образцы*					
		контроль	бор	мель	цинк	бор и цинк	
Внешний вид	Одинаковые по размеру не раскрывшиеся	Хмелевые шишки раскрывшиеся	Хмелевые шишки целые	Хмелевые шишки мелкие и крупные	Хмелевые шишки раскрывшиеся и в бутонах	Хмелевые шишки раскрывшиеся	
Цвет	От светло-желто-зеленого	Зеленый с покрасневшими лепестками	Зеленый с покрасневшими лепестками	Светло-желтый с покрасневшими лепестками	Светло-желтый с покрасневшими лепестками	Зеленый с покрасневшими лепестками	
Аромат	Хмелевой аромат	Хмелевой аромат без посторонних запахов	Хмелевой аромат без посторонних запахов	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	2,00	1,32	0,66	3,38	2,64	
Содержание семян, %	Не более 4%	2,8	2,9	2,2	2,5	2,5	
Содержание золы, % на СВ	Не более 14%	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	
Массовая доля влаги, %	Не более 13%	8,35	8,3	8,5	8,25	8,45	
Содержание осыпавшихся лепестков, %	Не более 25%	4,5	3,4	3,16	5,8	4,48	
Массовая доля альфа-кислот, % на СВ	Не менее 2,5%	10,3	12,2	13,8	12,7	13,5	

Примечание: * – контроль (без удобрений), бор – $V_{(0,15+0,15+0,15)}$; медь – $V_{(0,15+0,15+0,15)}$; цинк – $Фон + Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$; бор и цинк – $Фон + V_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$. Микроудобрения вносились некорневым способом.

Таблица 2 – Физико-химические показатели готового сусла

Исследуемые показатели	Охмеленное сусло				
	кон- троль	бор	медь	цинк	бор и цинк
Массовая доля сухих веществ, %	11,03	11,04	11,02	11,05	11,03
Титруемая кислотность, см ³ 1 моль/дм ³ р-ра NaOH на 100 см ³ сусла	0,89	0,90	0,84	0,88	0,90
Содержание изогумулона, мг/дм ³	32,2	34,9	30,3	36,9	48,3
Значение pH	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Цветность, цв. ед	0,83	0,84	0,82	0,80	0,86
Аминный азот, мг/100 см ³	32,0	32,2	34,0	31,8	33,6

На следующем этапе работы в охмеленные и охлажденные образцы сусла вносили дрожжевую разводку и осуществляли их сбраживание при температуре 6 °С. По истечении 7 суток брожения в молодом пиве были определены основные технологические показатели (таблица 3).

Таблица 3 – Качественные показатели молодого пива

Исследуемые показатели	Молодое пиво				
	кон- троль	бор	медь	цинк	бор и цинк
Действительный экстракт, %	5,5	5,6	5,7	5,6	5,3
Содержание редуцирующих веществ, г/100 см ³	4,4	4,3	4,4	4,35	4,0
Титруемая кислотность, см ³ 1 моль/дм ³ р-ра NaOH на 100 см ³ сусла	1,63	1,68	1,6	1,62	1,64
Содержание изогумулона, мг/дм ³	17,00	19,20	16,89	18,24	23,67
Значение pH	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Цветность, цв. ед	0,79	0,78	0,77	0,8	0,8
Аминный азот, мг/100 см ³	24,5	24,2	24,0	24,8	25,6
Содержание спирта, % масс	2,5	2,6	2,6	2,5	2,8

Как свидетельствуют показатели таблицы 3, при брожении происходило снижение количества горьких веществ. Как правило, изогумулон при брожении терялся с декой и дрожжами. Потери горьких веществ составили: контроль – 52,8%; бор – 45,0%; медь – 44,3%; цинк – 50,1%; бор и цинк – 50,9%. Максимальное содержание изогумулона отмечалось при совместном внесении бора и цинка, минимальное – при применении медных микроудобрений. Таким образом, можно сделать вывод, что общее содержание альфа-кислот в исходном хмеле не

всегда является определяющим фактором при формировании нормативной горечи готового продукта. Более значимым информационным фактором является фракционный состав гумулоновой фракции используемого хмеля и его изменение при кипячении сусле.

Другие исследуемые технологические показатели опытных образцов молодого пива отличались незначительно.

После стадии главного брожения образцы молодого пива подвергались выдержке при температуре 2 °С в течение 21 суток. Анализ физико-химических и органолептических показателей готового пива представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Физико-химические показатели готового пива

Исследуемые показатели	Готовое пиво				
	контроль	бор	медь	цинк	бор и цинк
Действительный экстракт, %	3,3	3,0	3,5	3,2	3,2
Титруемая кислотность, см ³ 1 моль/дм ³ р-ра NaOH на 100 см ³ сусле	1,7	1,76	1,73	1,72	1,98
Содержание изогумулона, мг/дм ³	9,5	9,9	10,77	11,10	18,2
Цветность, цв. ед	0,8	1,0	0,7	0,72	1,2
Содержание спирта, % масс	2,8	2,8	3,4	2,8	3,6

Как видно из данных таблицы 4, в результате выдержки так же произошли потери изогумулона во всех образцах, однако минимальные потери и максимальное содержание изогумулона отмечалось в образце хмеля, взятого с вариантов, где применялось совместное внесение борных и цинковых микроудобрений. Также данный образец выделяется и по другим технологическим показателям.

Таблица 5 – Органолептические показатели готового пива

Исследуемые показатели	Готовое пиво			
	контроль	бор	медь	цинк
Аромат	чистый	чистый	чистый	чистый
Вкус	сбалансированный	сбалансированный	сбалансированный	сбалансированный
Хмелевая горечь	мягкая	мягкая	грубоватая	мягкая

Как свидетельствуют полученные результаты, все исследуемые образцы готового пива, полученного с использованием различных образцов хмеля, соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству готового продукта. Однако следует отметить, что в образце хмеля, взятого с варианта с применением медных микроудобрений, была получена грубоватая хмелевая горечь.

Заключение. В результате проведенных исследований по определению качественных показателей сусле и пива, полученных при использовании шишек хмеля сорта немецкой селекции Hallertauer Magnum, возделываемого в западном регионе Беларуси на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с применением борных, медных и цинковых микроудобрений, установлено, что физико-химические и органолептические показатели готовых образцов пива соответствуют нормативным показателям, предъявляемым к качеству пива. Таким образом, исследуемые образцы хмеля соответствуют требованиям пивоваренного производства и позволяют получать качественный готовый продукт и хмель отечественного производства целесообразно применять в пивоварении. Установлено также, что при кипячении сусле с хмелем, внесенного в два приема, происходят изомеризационные процессы, сопровождающиеся различной динамикой образования изомерных форм альфа-кислот. Максимальное количество изогумулона в молодом и готовом пиве образовывалось в сусле из образца хмеля, взятого с варианта, где применялось совместное внесение борных и цинковых микроудобрений (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: «Профессия», 2001. – 912 с.
2. Либацкий, Е.П. Хмелеводство: учеб. пособие / Е.П. Либацкий. – 2-е изд. – Москва: Колос, 1993. – 286с.
3. Либацкий, Е.П. Хмелеводство / Е.П. Либацкий. – Москва: Колос, 1984. – 287 с.
4. Содержание горьких веществ и эфирного масла в шишках хмеля из разных экотопов Литвы и их биометрические показатели / Г. Гедрайтите [и др.] // *Biologija*. – 1996. – №1. – С. 69–73.
5. Вітковський, В.С. Удосконалення деяких методів випробування хмелю / В.С. Вітковський, О.О. Стаде// Зб. наук. тр. / Ін-т хмелярства. – Київ, 2004. – Вып. 21: Хмелярство. – С. 90–93.
6. Hopfen. Anbau. Sorten. Duingung. Pflanzenschutz. Ernte / Bayerische Landesanstalt fur Landwirtschaft. – 2005.