

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХМЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ УБОРКИ И ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНИКИ

Г. М. Милоста, Е.А. Цед

Изучено влияние почвенно-климатических условий западного региона Беларуси на показатели качества хмеля. Установлено, что они благоприятны для формирования не только высокого урожая сортов хмеля Hallertauer Magnum и Magynka, но и по содержанию α - и β -кислот, когумулону и другим компонентам, соответствуют требованиям пивоваренной промышленности. Применение комплексных удобрений с микроэлементами пролонгированного действия способствует увеличению содержания в шишках β -кислот, снижению доли когумулону и увеличению – лупулуна и адлупулуна.

Введение

Хмель является одним из обязательных сырьевых компонентов для производства пива, показатели качества которых оказывают значительное влияние на органолептические свойства готового продукта. Он служит источником определенных специфических горьких веществ, содержащихся только в данном растении. Эти соединения придают пиву приятный горький вкус, участвуют в пенообразовании, а также повышают его стойкость при хранении [2,3]. Состав горьких веществ шишек сложен и разнообразен, причем влияние их отдельных компонентов на качество пива различное [2,3]. Это свидетельствует о важности проведения исследований по изучению содержания в хмелевых шишках основных компонентов горечи, обуславливающих качественные характеристики готового пива.

Многие организационные и технологические приемы при возделывании хмеля направлены на ежегодное получение не только высоких урожаев шишек хмеля, но и определенных показателей качества, соответствующих требованиям пивоваренной промышленности. На практике в хмелеводстве наиболее часто качество хмеля определяют органолептически. Государственными стандартами — ГОСТ 21946 и 21947 определены базисные и ограничительные нормы технических требований к хмелю по разным показателям. На определенном этапе исследований органолептический анализ может быть частичным критерием оценки качества шишек. Однако более глубокую и достоверную оценку пивоваренных показателей качества можно получить лишь на основе анализа химического состава шишек хмеля – содержания α - и β -кислот и их фракционного состава (гумулону, когумулону, адгумулону и т.д.). Это связано с тем, что основными компонентами, обуславливающими горечь сула и пива, являются производные α - и β -кислот (изо- α -кислоты и продукты окисления β -кислот), которые образуются на стадии кипячения сула с хмелем.

Таким образом, пивоваренные свойства хмеля определяются количественным содержанием в нем исходных горьких веществ, соотношением между количеством α - и β -кислот и их компонентным составом.

Цель работы – исследование влияния сортовых особенностей, минерального питания и сроков уборки хмеля на содержание в нем горьких веществ и их фракционный состав, определяющий основные пивоваренные свойства данного вида сырья.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования проводились на опытных участках, расположенных в Гродненской области в период 2006–2008 гг. Шишки хмеля отбирали с 40 растений на высоте 3–5 м, после чего составляли средние образцы. Масса одного образца составляла 1000 г шишек хмеля, который высушивали в темном сухом помещении. Образцы отбирали перед началом технической спелости – 31 августа, затем через 10 дней – 10 сентября при наступлении полной технической спелости, 20 сентября – при полной технической спелости и 30 сентября – при физиоло-

гической спелости шишек. Данные сроки спелости являются средними многолетними, так как по каждому году они могут смещаться. В технической спелости шишки становятся упругими и приобретают золотисто-зеленый цвет. В хмелевых шишках определяли количественное содержание α - и β -кислот, их фракционный состав (когумулон, гумулон, адгумулон, колупулон, адлупулон и лупулон). Анализ образцов проводился в Польше в городе Пулавы в лаборатории Instytutu naukow szucznych.

Результаты проведенных в 2006–2008 годах химических анализов двух наиболее продуктивных сортов хмеля (Hallertauer Magnum и Marynka) выращенных в западном регионе Беларуси показали, что почвенно-климатические условия нашей республики благоприятны для формирования не только высокого, но и качественного урожая шишек хмеля (таблица 1). Установлено, что в условиях западного региона Беларуси техническая спелость шишек наступала по средним многолетним данным для более позднего немецкого сорта Hallertauer Magnum – 10 сентября, для более раннего польского Marynka – 1 сентября. Средняя продолжительность этапа технической спелости 15 дней. Шишки, убранные в это время, содержали максимальное количество горьких веществ в соответствии с требованиями пивоваренной промышленности.

По высокому содержанию α -кислот эти сорта относятся к группе горьких сортов (соответственно 11,49 и 10,32 %). Известно, что α -кислоты придают пиву более выразительную и резкую горечь, β -фракция с точки зрения интенсивности горечи не так эффективна, как горькие α кислоты, но она является источником тонкой горечи. Это говорит о том, что хмель, в котором возрастает доля β -кислот, является хорошим сырьем для получения пива с более тонкой гармоничной и нерезкой горечью. В группе горьких веществ α -кислоты обычно определяют количество горечи, а ее качество зависит от содержания β -кислот.

Таблица 1 – Показатели качества шишек хмеля в зависимости от сорта

Показатели качества шишек хмеля	Сорта							
	Hallertauer Magnum				Marynka			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн.
1. α -кислоты, %	10,51	11,34	12,62	11,49	10,22	10,91	9,82	10,32
2. β -кислоты, %	5,68	5,89	6,44	6,00	4,88	4,92	4,54	4,78
3. Соотношение: β/α кислот	1:1,85	1:1,93	1:1,96	1:1,92	1:2,09	1:2,22	1:2,16	1:2,16
4. Когумулон, %	2,74	2,84	3,22	2,93	2,48	2,59	2,57	2,55
5. Гумулон + адгумулон, %	7,77	8,50	9,40	8,56	7,74	8,32	7,25	7,77
6. Доля когумулона в α -кислоте, %	26,1	25,0	25,5	25,5	24,3	23,7	26,2	24,7
7. Доля гумулона + адгумулона в α -кислоте, %	73,9	75,0	74,5	74,5	75,7	76,3	73,8	75,3
8. Колупулон, %	2,73	2,74	2,88	2,78	2,64	2,67	2,58	2,63
9. Доля колупулона в β -кислоте	48,1	46,5	44,7	46,3	54,1	54,2	56,8	55,0
10. Лупулон + адлупулон, %	2,95	3,15	3,56	3,22	2,24	2,25	1,96	2,15
11. Доля лупулона + адлупулона в β -кислоте, %	51,9	53,5	55,3	53,7	45,9	45,8	43,2	45,0

Примечание – Уборка шишек хмеля проводилась при достижении технической спелости сорта Hallertauer Magnum – 10 сентября, сорта Marynka – 1 сентября.

Для сорта Hallertauer Magnum отмечено более высокое абсолютное (6,0 %) содержание β -кислот в шишках хмеля и относительное (соотношение β/α кислоты – 1:1,92) по сравнению с более ранним польским сортом Marynka. Для сорта Marynka эти показатели составили соответственно 4,78 % и 1:2,16.

Качество пива во многом определяется компонентным составом α - и β -кислот, в частности содержанием когумулона. При высоком содержании когумулона в α -кислоте пиво имеет

резкую горечь. Считается, что в наиболее качественных сортах хмеля для пивоварения на долю когумулона в составе α -кислот должно приходиться не более 30 %. В нашем случае доля когумулона в α -кислоте для сорта Hallertauer Magnum составила в среднем 25,5 %, а максимальное его содержание не превышало 26,1 %. Для сорта Marynka эти показатели составили соответственно 24,7 и 26,2 %. Содержание когумулона соответствует требованиям пивоваренной промышленности для получения качественного пива.

Для сорта Marynka характерно более низкое абсолютное содержание гумулона и адгумулона (7,77 %), но более высокое относительное (75,3 %) в составе α -кислот по сравнению с сортом Hallertauer Magnum.

В компонентном составе β -кислот абсолютное содержание колупуллона для сорта Hallertauer Magnum превышало его содержание для сорта Marynka (соответственно 2,78 и 2,63 %). С другой стороны относительная доля колупуллона в составе β -кислот для сорта Marynka была выше (55,0 %), чем для сорта Hallertauer Magnum (46,3 %). Абсолютное (3,22 %) и относительное (53,7 %) содержание лупуллона и адлупуллона в составе β -кислот для сорта Hallertauer Magnum находилось на том же уровне, что у сорта Marynka (соответственно 3,54 и 54,0 %). Разница в компонентном составе α - и β -кислот сортов Hallertauer Magnum и Marynka говорит о более «мягкой» горечи хмеля сорта Marynka.

Таким образом, качественные показатели сортов хмеля Hallertauer Magnum и Marynka, выращенных в западном регионе Беларуси, по содержанию α - и β -кислот, когумулона и др. соответствуют требованиям пивоваренной промышленности.

Следующим этапом нашей работы являлось определение качественных показателей шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum в зависимости от сроков уборки (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества шишек хмеля в зависимости от сроков уборки сорта хмеля Hallertauer Magnum

Показатели качества шишек хмеля	Сроки уборки хмеля							
	2007 год				2008 год			
	01.09	10.09	20.09	30.09	01.09	10.09	20.09	30.09
1. α -кислоты, %	10,57	11,34	11,41	11,19	12,05	12,62	12,65	12,27
2. β -кислоты, %	5,88	5,89	5,85	5,65	6,45	6,44	6,38	6,11
3. Соотношение: β/α кислот	1:1,80	1:1,93	1:1,95	1:1,98	1:1,86	1:1,96	1:1,98	1:2,01
4. Когумулон, %	2,16	2,84	3,07	3,04	2,75	3,22	3,47	3,42
5. Гумулон + адгумулон, %	8,41	8,50	8,34	8,15	9,30	9,40	9,18	8,85
6. Доля когумулона в α -кислоте, %	20,4	25,0	26,8	27,2	22,8	25,5	27,4	27,9
7. Доля гумулона + адгумулона в α -кислоте, %	79,6	75,0	73,2	72,8	77,2	74,5	72,6	72,1
8. Колупуллон, %	2,80	2,74	2,72	2,69	3,00	2,88	2,85	2,84
9. Доля колупуллона в β -кислоте	47,6	46,5	46,5	47,6	46,4	44,7	44,7	46,4
10. Лупуллон + адлупуллон, %	3,08	3,15	3,13	2,96	3,45	3,56	3,53	3,27
11. Доля лупуллона + адлупуллона в β -кислоте, %	52,4	53,5	53,5	52,4	53,6	55,3	55,3	53,6

Содержание α -кислот ко времени наступления технической спелости составило 11,34–12,62 %, а β -кислот – 5,89–6,44 %. Образование β -кислот заканчивалось раньше – к 1 сентября. В последующем количество β -кислот, которое образовалось, оставалось на одном уровне или незначительно снижалось, вследствие слабых процессов их окисления или полимеризации. Результаты анализов показали, что накопление α -кислот в шишках хмеля заканчивалось к 10 сентября при наступлении технической спелости шишек (цвет золотисто-зеленый) и в последующем до полной технической спелости – 20 сентября оставалось на одном уровне. После 20 сентября заканчивалась полная техническая спелость шишек, и к 30 сентября начи-

налось физиологическое созревание шишек, которые становились рыхлыми, подсыхали, кончики их лепестков начинали буреть. С одной стороны, после 20 сентября не наблюдалось существенных потерь α - и β -кислот вследствие уменьшения их содержания в шишках, потери отмечались только механические в результате осыпания лупулина из шишек, которые постепенно раскрывались. Это приводило к незначительному снижению содержания в шишках α - и β -кислот (соответственно на 0,22–0,38 и 0,20–0,27 %). С другой стороны, постепенно ухудшались органолептические показатели шишек (цвет, аромат).

Анализ динамики изменения химического состава горьких веществ показывает тенденцию увеличения содержания α -кислот и уменьшения β -кислот. Это отразилось на показателе соотношения β - и α -кислот, который постепенно снижается. Соотношение β - и α -кислот оказывает определенное влияние на качество пива.

Содержание когумуллона на период наступления технической спелости шишек составило 2,84–3,22 %, но в последующем к 20 сентября его количество возросло в абсолютных (до 3,07–3,47 %) и относительных величинах (до 26,8–27,4 %). С другой стороны, содержание гумуллона и адгумуллона снижалось в течение сентября и к концу месяца составило 8,15–8,85 %. В течение сентября изменялся компонентный состав β -кислот. Снижалась содержание колупуллона в абсолютных и в относительных величинах, но возрастало относительное содержание лупуллона и адлупуллона в составе β -кислот.

Таким образом, в условиях западного региона Беларуси максимальное содержание α - и β -кислот отмечалось к началу технической спелости (по средним многолетним данным – 10 сентября). Качество хмеля после наступления технической спелости существенно не изменялось до конца сентября. Хотя высокое содержание α - и β -кислот сохранялось до наступления физиологической спелости шишек (30 сентября), но вследствие ухудшения органолептических показателей шишек и механических потерь лупулина уборку следует заканчивать раньше – к 25 сентября. Следовательно, для получения высококачественного сырья для пивоваренной промышленности уборку следует завершать в течение 15 дней после наступления физиологической спелости шишек.

Таблица 3 – Показатели качества шишек хмеля сорта Hallertauer Magnum в зависимости от применения удобрений, % (УО СПК «Путришки»)

Показатели качества шишек хмеля	Фон I				Фон II			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	средн.
1. α -кислоты	10,51	11,34	12,62	11,49	11,03	12,04	13,57	12,21
2. β -кислоты	5,68	5,89	6,44	6,00	6,16	6,49	7,04	6,56
3. Соотношение: β/α кислот	1:1,85	1:1,93	1:1,96	1:1,92	1:1,79	1:1,86	1:1,93	1:1,86
4. Когумуллон	2,74	2,84	3,22	2,93	2,78	2,87	3,22	2,96
5. Гумуллон + адгумуллон	7,77	8,50	9,40	8,56	8,25	9,17	10,34	9,25
6. Доля когумуллона в α -кислоте	26,1	25,0	25,5	25,5	25,2	23,8	23,8	24,2
7. Доля гумуллона + адгумуллона в α -кислоте	73,9	75,0	74,5	74,5	74,8	76,2	76,2	75,8
8. Колупуллон	2,73	2,74	2,88	2,78	2,93	3,00	3,12	3,02
9. Доля колупуллона в β -кислоте	48,1	46,5	44,7	46,3	47,5	46,2	44,3	46,0
10. Лупуллон + адлупуллон	2,95	3,15	3,56	3,22	3,23	3,49	3,92	3,54
11. Доля лупуллона + адлупуллона в β -кислоте	51,9	53,5	55,3	53,7	52,5	53,8	55,7	54,0

Примечание – Фон I – 30 т/га орг. уд. + $N_{180}P_{120}K_{160}$; Фон II – 30 т/га орг. уд. + ($N_{130}P_{120}K_{190}$) – комплексное удобрение (13:12:19) со 2-й модифицирующей добавкой + N_{30} в подкормку.

Применение комплексных минеральных удобрений пролонгирующего действия с микроэлементами оказало определенное влияние на изменение химических показателей хмеля, от которых во многом зависит качество пива. На Фоне II, где вносились комплексные удобрения, содержание α -кислот возросло с 11,49 до 12,21 % и β -кислот с 6,00 до 6,56 % по сравнению с Фоном I. Следует отметить, что при этом содержание β -кислот возрастало в большей степени, чем α -кислот. Это характеризуется изменением соотношения β/α кислот, которое на Фоне I составило – 1:1,96, а на Фоне II – 1:1,86, что свидетельствует об увеличении доли β -кислот в шишках с Фона II.

Применение комплексных удобрений оказало влияние на содержание когумулону. На Фоне II абсолютное содержание когумулону фактически осталось на уровне Фона I (соответственно 2,96 и 2,93 %), но его доля в α -кислоте снизилась (с 25,5 до 24,2%). Это произошло за счет преимущественного образования в шишках, полученных с Фона II, гумулону и адгумулону (в абсолютных величинах с 8,56 до 9,25 %). В шишках хмеля, полученных с Фона II, по сравнению с шишками, полученными с Фона I, увеличивается содержание колупулону (с 2,78 до 3,02 %), а также лупулону и адлупулону (с 3,22 до 3,54 %). При этом следует отметить преимущественное увеличение доли лупулону и адлупулону.

Таким образом, качественные показатели шишек хмеля на Фоне I и Фоне II отвечают требованиям пивоваренной промышленности. Шишки хмеля с Фона II благодаря большему содержанию β -кислот, меньшей доли когумулону и большей лупулону и адлупулону способствуют получению более пива с более «мягкой» горечью, что ценится пивоварами. Это связано с более оптимальным обеспечением хмеля элементами минерального питания на Фоне II, где применялись комплексные удобрения с микроэлементами.

Заключение

Установлено, что почвенно-климатические условия нашей республики благоприятны для формирования не только высокого, но и качественного урожая шишек. Качественные показатели сортов хмеля Hallertauer Magnum и Marynka, выращенных в западном регионе Беларуси, по содержанию α - и β -кислот, когумулону и др. соответствуют требованиям пивоваренной промышленности. Определено, что содержание когумулону соответствует требованиям пивоваренной промышленности (не более 30 %) для получения качественного пива. Доля когумулону в α -кислоте для сорта Hallertauer Magnum составила в среднем 25,5 %, а максимальное его содержание не превышало 26,1 %. Для сорта Marynka эти показатели составили соответственно 24,7 и 26,2 %. Установлено, что для получения хмеля с высокими для пивоваренной промышленности показателями качества уборку хмеля следует завершать в течение 15 дней после наступления физиологической спелости шишек. Показано, что применение комплексных удобрений с микроэлементами пролонгированного действия (Фон II) приводит к увеличению содержания в шишках β -кислот, снижению доли когумулону и увеличению – лупулону и адлупулону, что способствует получению пива с более «мягкой» горечью, что ценится пивоварами.

Литература

1. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: «Профессия», 2001. – 912 с.
2. Лобацкий, Е. П. Хмелеводство: учеб. пособие / Е. П. Лобацкий. – 2-е изд. – Москва: Колос, 1993. – 286 с.
3. Ляшенко, Н. И. Горькие вещества хмеля / Н. И. Ляшенко // Хмелеводство. – 1990. – №12. – С. 8–12.
4. Ляшенко, Н. И. Физиология и биохимия хмеля / Н. И. Ляшенко, Н. Г. Михайлов, Р. И. Рудык. – Житомир: Полісся, 2004. – 408 с.

Поступила в редакцию 12.10.2009