продукта, поэтому сроки хранения фортифицированной муки не отличаются от необогащенной муки и составляют от 6 до 12 месяцев. Для изделий с истекшим сроком годности характерен прогорклый вкус.

Необходимо отметить, что фортификация в муке не должна быть заметной потребителю. Мука, прошедшая фортификацию, не должна отличаться ни по внешнему виду, ни по сенсорным свойствам, ни по запаху, ни по цене.

Фортификация муки осуществляется двумя методами:

- Порционные системы. Минералы и витамины добавляют в муку и перемешивают миксером. Данный метод является медленным и трудозатратным, однако очень точным.
- Непрерывные системы. Данный метод используется большей частью перерабатывающих предприятий пищевой промышленности. Витамины и минералы добавляются в муку непрерывно потоком при помощи дозатора.

Подводя итоги, необходимо отметить, фортификация муки не только позволяет решить проблему потери питательных свойств муки в процессе ее переработки. Фортификация муки также является экономически выгодным и эффективным механизмом для предприятий, позволяющим получить продукт с высоким содержанием витаминов и минералов, при этом не отличающийся по внешнему виду и запаху свойствам от обычной муки, привычной для потребителя.

1. Аптрахимов, Д. Р. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, Ф. Х. Смольникова, М. Б. Ребезов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 21 (125). — С. 111-114. — URL: <https://moluch.ru/archive/125/34892/> (дата обращения: 25.06.2020).
2. Бутковский В.А. Мукомольное производство. Изд. 3-е перераб. и доп. // М.: Агропромиздат, 1990. 382 с
3. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52189-2003> (Дата обращения: 25.06.2020)
4. Егоров Г.А. Технология переработки зерна. Учебник. 2-е изд // "Колос", 1977 г. , 376
5. Коденцова В.М. Обогащение продуктов витаминами: медико-социальный и экономический аспекты / В.М. Коденцова, Д.В. Рисник, Д.Б. Никитюк // Пищевая промышленность, 2017

Грибкова И.Н.

Влияние полифенолов хмеля на качество пива

*Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-19

Аннотация

В статье рассматривается влияние полифенолов хмеля на качество готового пива, отмечено их влияние на каждой стадии технологического процесса. Приведены данные о всестороннем влиянии фенольных соединений различной молекулярной массы на физико-химические и органолептические параметры готового напитка. Авторами приводятся новые данные о влиянии полифенолов хмеля на образование вкуса и аромата в зависимости от количественного аминокислотного состава сусла, pH среды и времени и стадии внесения хмелепродуктов.

Ключевые слова: полифенольные соединения, хмелепродукты, пиво, качественные показатели, вкус и аромат

Abstract

The article discusses the hop polyphenols influence on the finished beer quality, noted their influence at each stage of the technological process. The data on the comprehensive influence of various molecular weights phenolic compounds on the finished drink physicochemical and organoleptic parameters are presented. The authors provide new data on the hop polyphenols influence on the taste and aroma formation, depending on the quantitative amino acid composition of the wort, the medium pH and the hop products introduction time and stage.

Keywords: polyphenolic substances, hop products, beer, quality indicators, taste and aroma

Вкус и аромат пива формируется за счет многих показателей, в том числе и полифенолов. Источником полифенолов является растительное сырье (несоложеное и соложеное зерновое, хмель и хмелепродукты) в производстве пива [1]. Фенольные вещества пива представлены фенольными кислотами, дубильными веществами, а также флавонами и флавонолами [2].

Подробнее остановимся на полифенолах из хмеля – они на 20% состоят из доступных к гидролитическому высвобождению соединений (гликозиды галловой, р-гидроксibenзойной, ванилиновой, кумаровой и феруловой кислот), а остальные 80% – это конденсируемые соединения (флавоны, катехины, флаванолы (кверцетин, кемпферол), антоцианогены) [3,4]. Необходимо отметить, что растворению подвергаются 15% общего количества вышеуказанных соединений, остальные 85% остаются в сырье и удаляется с хмелевой дробинкой (брухом) на стадии осветления охмеленного сусла [5]. Хмель является источником гликозидных форм рутина и изокверцетрина, ассоциированных с рамнозой, а изоксантогумол представлен в форме агликона в следовых количествах [6].

При различных условиях охмеления в сусло переходят ксантогумол (0,2 мг/дм³), ресвератрол (2,0-80 мкг/дм³), флаван-3-ол мономер (катехин), кемпферол, кверцетин [7,8,9].

Интересно отметить, что вид применяемого хмелепродукта влияет на состав полифенолов пива, данные представлены в таблице 1-2 [10].

Таблица 1.

Способ внесения хмелепродуктов

№ варианта	Тип хмелепродукта	Способ внесения
1	Экстракт изомеризованный	в конце охмеления
2	Гранулированный хмель	начало и конец кипячения и в вирпул
3		начало кипячения, через 30 мин, конец, и в вирпул
4		начало, через 30 мин, в конце и в вирпул
5		начало, через 30 мин, за 30 мин до окончания и в вирпул

Таблица 2.

Содержание полифенолов пива

Название	Содержание полифенолов пива с разными хмелепродуктами, мг/дм ³				
	1	гранулированный			
		2	3	4	5
проантоцианидин ВЗ	1,5	2,0	2,2	2,5	2,4
кофеилхинная кислота	0,0	0,5	1,4	1,6	2,1
катехин	2,2	3,3	4,6	5,7	5,8
эпикатехин	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3
кверцетина гликозид	0,0	1,0	2,6	3,6	4,3
кемпферола гликозид	0,0	0,4	1,1	1,4	1,7
изоксантогумол	0,0	0,7	0,7	0,8	0,9

Таким образом, таблица 2 дает понятие о закономерности количества внесенного гранулированного хмеля и присутствия полифенольных соединений [10]. Отметим, что изомеризованный экстракт обедняет пиво полифенольными хмелевыми соединениями, однако его применение характеризуется малоотходностью и большим процентом извлечения горьких соединений.

Найдена линейная зависимость содержания линалоола (эфирного соединения хмеля) и общего содержания полифенолов от количества внесенного хмеля, данные представлены в таблице 3 [10].

Таблица 3.

Количественная взаимосвязь линалоола и полифенолов пива от количества применяемого гранулированного хмеля в технологии

Наименование	Содержание вещества при норме задачи гранул, г/г									
	0	20	40	60	80	100	120	140	160	200
линалоол, кг/дм ³	6	14,0	22,0	30,0	35,8	42,0	49,5	56,0	62,5	78,0
полифенолы, г/дм ³	41,0	43,0	46,0	48,5	51,5	54,0	58,0	60,0	63,0	69,0

Данные таблицы 3 говорят о том, что сесквитерпеновые соединения находятся в прямопропорциональной зависимости от полифенолов и можно утверждать, что в растительной матрице хмеля они ассоциированы между собой.

Дело в том, что летучие соединения или эфирные масла хмеля, к которым и принадлежит линалоол, а также полифенольные соединения составляют полное ощущение во рту во время дегустации пива [11].

Исследователями оценен вклад полифенолов в общий органолептический профиль готового пива - их присутствие снижает количество нежелательных летучих эфирных и ненасыщенных карбонильных соединений пива, характеризующих несвежие тона во вкусе [12].

Совсем недавно было установлено, что полифенолы хмелепродуктов влияют на образование вкуса и аромата в зависимости от количественного аминокислотного состава суслу, pH среды и времени и стадии внесения хмелепродуктов [13].

На рисунке 1-2 представлено изменение профиля охмеленного суслу в зависимости от ряда факторов (момента внесения, типа хмеля и способа охмеления) на органолептический профиль [13].

Рисунок 1. Изменение профиля охмеленного Магнумом суслу в зависимости от времени внесения при классическом охмелении

Рисунок 2. Профилограмма охмеленного Теттангером сула в зависимости от времени внесения при классическом охмелении

Влияние изменения рН среды также было изучено (рисунок 3) и показало изменение пространственной конфигурации полифенольных соединений в зависимости от кислотности среды [13].

Рисунок 3. Зависимость органолептического профиля от рН среды при использовании тонко ароматного хмеля

Полифенолы более связывают со старением пива, поскольку соединения с высокой молекулярной массой (например, флавоноиды) действуют как антиоксиданты против активных форм кислорода (АФК) [14], образуя через гидроксильные радикалы связь с этанолом, вторым по распространенности соединением в пиве, для производства 1-гидроксиэтила [15]. Эта реакция усиливается с повышением температуры и концентрации ионов металлов (железа, меди), свободного кислорода [16].

Таким образом, роль полифенолов хмеля в пивоварении многообразна и влияет на разные аспекты качества продукции: формирование вкусовых профилей и окраски пива, регулирование степени осветления охмеленного сула, взаимодействие с микроорганизмами, образование комплексов с другими соединениями коллоидной системы пива с образованием оседающих комплексов, окислительные превращения в ходе хранения, вызывающее образование пороков пива. Контроль качества пива с точки зрения мониторингирования уровня и состава полифенольных соединений

различной молекулярной массы важен с точки зрения прогнозирования качества готовой продукции.

1. Mitić S.S., Paunović D.Đ., Pavlović A.N., Tošić S.B., Stojković M.B., Mitić M.N. Phenolic Profiles and Total Antioxidant Capacity of Marketed Beers in Serbia // *Int. J. Food Prop.* – 2014. – V. 17. – pp. 908–922. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.680223>.
2. Wannenmacher J., Gastl M., Becker T. Phenolic Substances in Beer: Structural Diversity, Reactive Potential and Relevance for Brewing Process and Beer Quality // *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* – 2018. – V. 17. – pp. 953–988. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12352>.
3. Нарцисс Л. Пивоварение. Том II. Технология приготовления сусла. / Л. Нарцисс. – М.: НПО «Элевар», 1999. – 370с.
4. Biendl M. Polyphenols – plant components with marketing potential // *Hopfenrundschau International.* – 2005. – V. 05/06. – pp. 22-27.
5. Fărcas A., Tofană M., Socaci S. (et all.). Preliminary Study on Antioxidant Activity and Polyphenols Content in Discharged Waste from Beer Production. // *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* – 2013. – V. 19. – № 3. – pp. 319-324.
6. Jelinek L., Karabin M., Kincel T. (et all.). Xanthohumol: Possible isolation and beer enrichment. // *Chem. Listy.* – 2013. – V. 107. – pp. 209–213.
7. Stevens J. F., Page J. E. Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: To your good health! // *Phytochemistry.* – 2004. – V. 65. – no. 10. – pp. 1317–1330.
8. Chiva-Blanch G., Urpi-Sarda M., Rotchés-Ribalta M. (et all.). Determination of resveratrol and piceid in beer matrices by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry // *Journal of Chromatography A.* – 2011. – V. 1218. – no5. – pp. 698–705.
9. Forster A., Beck B., Schmidt R. (et all.) Über die Zusammensetzung von niedermolekularen Polyphenolen in verschiedenen Hopfensorten und zwei Anbaugebieten. // *Monatsschrift für Brauwissenschaft.* – 2002. – V. 55. – no. 5/6. – pp. 98–108.
10. Форстер А., Гар Ф., Гар А. и пр. О влиянии охмеления на качество пива // *Мир пива.* – 2013. – № 1. – С. 14-18.
11. De Keukeleire, D. Fundamentals of beer and hop chemistry // *Quimpica Nova.* – 2000. – V. 23. – no.1. – pp. 108–113.
12. Steenackers B., De Cooman L., De Vos D. Chemical transformations of characteristic hop secondary metabolites in relation to beer properties and the brewing process: A review // *Food Chemistry.* – 2015. – V. 172. – pp. 742–756. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.139>.
13. Gernet M., Gribkova I., Zakharov M., Kobelev K. Research of Hop Polyphenols Impact on Malt Hopped Wort Aroma Formation Model Experiments // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science.* – 2021. – V.15. – pp. 263-272. <https://doi.org/10.5219/1518>.
14. Bamforth C.W., Parsons R. New procedures to improve the flavor stability of beer // *Journal of the American Society of Brewing Chemists.* – 1985. – V. 43. – no.4. – pp. 197–202.
15. Andersen M.L., Skibsted L.H. Electron spin resonance spin trapping identification of radicals formed during aerobic forced aging of beer // *J. Agric. Food Chem.* – 1998. – V. 46. – no.4. – pp. 1272–1275.
16. Kaneda H., Kano Y., Koshino S., Ohyanishiguchi H. Behavior and role of iron ions in beer deterioration // *J. Agric. Food Chem.* – 1992. – V. 40. – no.11. – pp. 2102–2107.

Чернышева К.Ю.¹, Захаров М.А.², Склепович Т.С.²
Аспекты получения дистиллятов из зернового сырья

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

²ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ ФНЦ «Пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-20

Аннотация

В материалах статьи приведены данные по составу летучих компонентов в отдельных фракциях дистиллята, составлен баланс по группам компонентов. Установлено, что дистилляция сброженного зернового сусла, сопровождается не только перераспределением отдельных летучих компонентов по фракциям, но и