

СПЕКТР ВЕЩЕСТВ, ФОРМИРУЮЩИХ ВКУС И АРОМАТ ПИВА

(ЧАСТЬ 1)

к.т.н, доц. Хиврич Б.И.

аспирант Роздобудько Б.В.

*Кафедра биотехнологии продуктов брожения и виноделия
Национального университета пищевых технологий*

На вкус и аромат пива влияет очень большой спектр как органических, так и неорганических соединений, в первую очередь вещества содержащие серу. Одни из них являются неотъемлемой частью нормального аромата пива, а другие, концентрации которых выше порогового ощущения, придают нежелательный вкус и аромат напитку.

В последнее время все чаще ставится вопрос о качестве пищевых продуктов и напитков. Качество пива обусловлено как физико-химическими, так и органолептическими показателями. Если в условиях современного пивоварения с использованием инновационных технологий физико-химические показатели пива можно регулировать, то его вкус и аромат находятся в системе многих неконтролируемых внешних факторов, то есть подвергаются различным динамичным изменениям. Пивоварам-технологам хорошо известно, что используя одно и то же сырье, но изменяя технологические параметры процесса, можно получить совершенно разные по органолептическим показателям напитки. На вкус и аромат пива влияет очень большой спектр органических и неорганических соединений, таких как высшие спирты, альдегиды, кетоны, карбонильные соединения, органические кислоты, горькие вещества, полифенолы, меланоидины и, в значительной степени вещества, которые в своем составе содержат серу.

Работы, направленные на изучение образования вкусовых компонентов при применении новых технологических приемов, активно проводят в

ведущих зарубежных странах. В Украине из-за отсутствия дорогостоящего оборудования, необходимого для проведения исследований, работ в этом направлении мало, поэтому они являются актуальными и важными для дальнейшего развития пивоварения.

В течение последних 35 лет в индустрии мирового пивоварения успешно пользуются разработанной Европейской Пивоваренной Конвенцией (EBC) при содействии Американского общества химиков пивоварения (ASBC) системой терминов и стандартным описанием важнейших вкусов и ароматов пива, принятых и понятных на международном уровне [1]. Эта терминологическая система состоит из 144 различных оттенков вкуса и аромата пива, сведенных в 44 группы, которые образуют 14 основных классов. Ученые, занимающиеся сенсорным анализом [1,2], нашли удобным представлять спектр вкусов и ароматов в форме так называемого «колеса» (Рис.1).

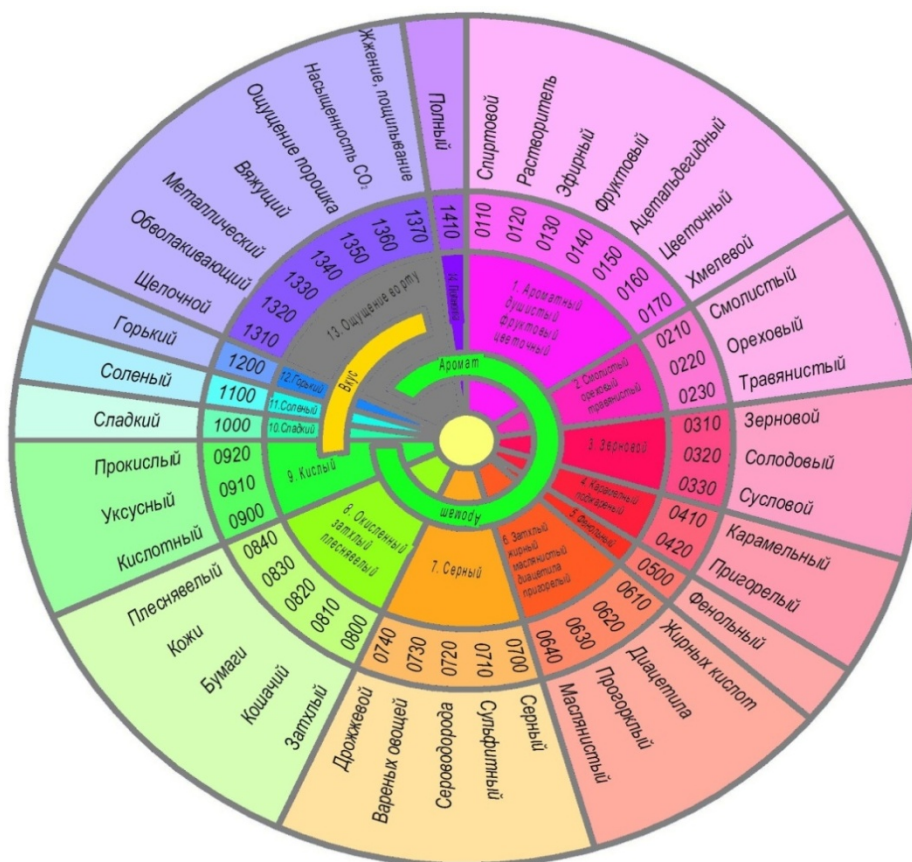


Рис.1. Состав вкусоароматических компонентов в пиве.

Анализируя терминологию стандартных вкусов и ароматов, принятую ЕВС, можно сделать выводы, что пиво содержит большое количество таких вкусовых и ароматических компонентов, которые обычно присутствуют в концентрациях ниже порога их чувствительности, а также определенное количество веществ, концентрации которых могут быть выше порога их ощущения. Качественное пиво должно иметь правильный баланс между горечью, кислотностью, сладостью, содержанием алкоголя, концентрацией эфиров, иметь приятный хмелевой аромат, а также содержать в незначительных количествах большое число различных вкусовых компонентов, концентрации которых не превышают пороговые значения, но, тем не менее, их сумма положительно влияет на общий вкус и аромат пива. Кроме того, оно должно содержать достаточное количество диоксида углерода, который придает пиву приятную свежесть и формирует необходимую структуру пены.

Проводя анализ литературных источников [1-4], можно выделить четыре основные группы веществ, которые существенным образом влияют на органолептические показатели напитка и могут содержаться в концентрациях выше порогового значения: серосодержащие вещества, высшие спирты, эфиры и карбонильные соединения. Они образуются в результате физических и биохимических процессов производства пива, имеют разный порог вкусового ощущения.

Многие из веществ, содержащих серу, являются неотъемлемой частью нормального аромата пива, а некоторые, значительно изменяют вкусовой профиль напитка, придавая ему нежелательный вкус и аромат, даже в микроколичествах [5]. Эти вещества характеризуют 7 класс вкусов и ароматов пива (рис.1). Важным свойством многих соединений серы является их высокая реакционная способность, вследствие чего легко происходит переход от менее к более активным вкусоароматическим формам. Наиболее важные серные соединения приведены в таблице.

Ароматическое соединение	Концентрация в пиве, мг/дм ³	Порог ощущения, мг/дм ³	Вкусовое ощущение	Факторы, влияющие на их содержание
Сероводород	До 0,02	0,005	Тухлые яйца	Штамм дрожжей, технология брожения, аэрация сусла
Диметилсульфид	До 0,10	0,025	Вареные овощи	В результате химической и биохимической деградации метионина
Диоксид серы	До 10	25	Запах спички	Дрожжи, антиоксиданты

Характеристика основных серосодержащих веществ в пиве.

Таблица

Диоксид серы (SO₂) придает пиву сульфитный аромат характерный запаху спичечной головки. В концентрации ниже порогового значения он имеет положительное влияние, так как скрывает отрицательные ароматы, которые придают альдегиды, кетоны, диацетил и некоторые другие вещества. Также он снижает активность многих ферментов, подавляя нежелательные ферментативные процессы. Кроме того, диоксид серы придает ощущение свежести напитку, оказывает положительное влияние на формирование общего вкуса и вкусовой стабильности пива.

Сероводород (H₂S) имеет крайне низкий порог ощущения (0,005 мг/дм³) и придает пиву неприятный запах тухлых яиц [6].

Практическое значение выше упомянутых соединений заключается в антиокислительном и консервирующем действии SO₂ (особенно благодаря его способности образовывать с альдегидами не имеющие вкуса и аромата соединения) и в очень неприятном запахе и токсичности H₂S, которые проявляются даже в низких концентрациях.

Диметилсульфид (ДМС) является одним из наиболее важных вкусовых соединений пива в целом. При содержании его в готовом продукте выше порога чувствительности (0,025 мг/дм³) он придает пиву запах и вкус

вареных овощей. К сожалению, интерес технологов к снижению ДМС обычно связан только с его негативным воздействием на сенсорные показатели пива и высокие концентрации этого соединения не рассматриваются с точки зрения негативного влияния ДМС на организм человека, а вместе с тем, целый ряд научных исследований и публикаций свидетельствуют об обратном [7,8].

Пути образования серосодержащих веществ. Биосинтез SO_2 и H_2S осуществляется в результате метаболизма дрожжей двумя путями. Первый основан на расщеплении органических серосодержащих веществ суслу, в первую очередь метионина, глутатиона, тиамин (витамин B_1), S-метилметионина (витамин U), диметилсульфоксида, диметилсульфида и др. Второй способ основан на последовательном превращении неорганических веществ, которые поступают в основном с водой при затирании солода. Часть диоксида серы и сероводорода может образовываться и при размножении микроорганизмов, контаминирующих пиво. Мандл констатировал, что в сусле с концентрацией сухих веществ 12% содержится в среднем, 90 мг/дм^3 серосоединений, из которых 60% аккумулировано в органических молекулах и 40% в неорганической форме [9]. Автором показано, что неорганические серосоединения, включая сульфаты и сульфиды, поступают из воды, используемой в пивоварении.

Количество ДМС в пиве существенно зависит от условий, при которых происходят на различных стадиях получения солода и пива три следующих основных процесса (рис 2).

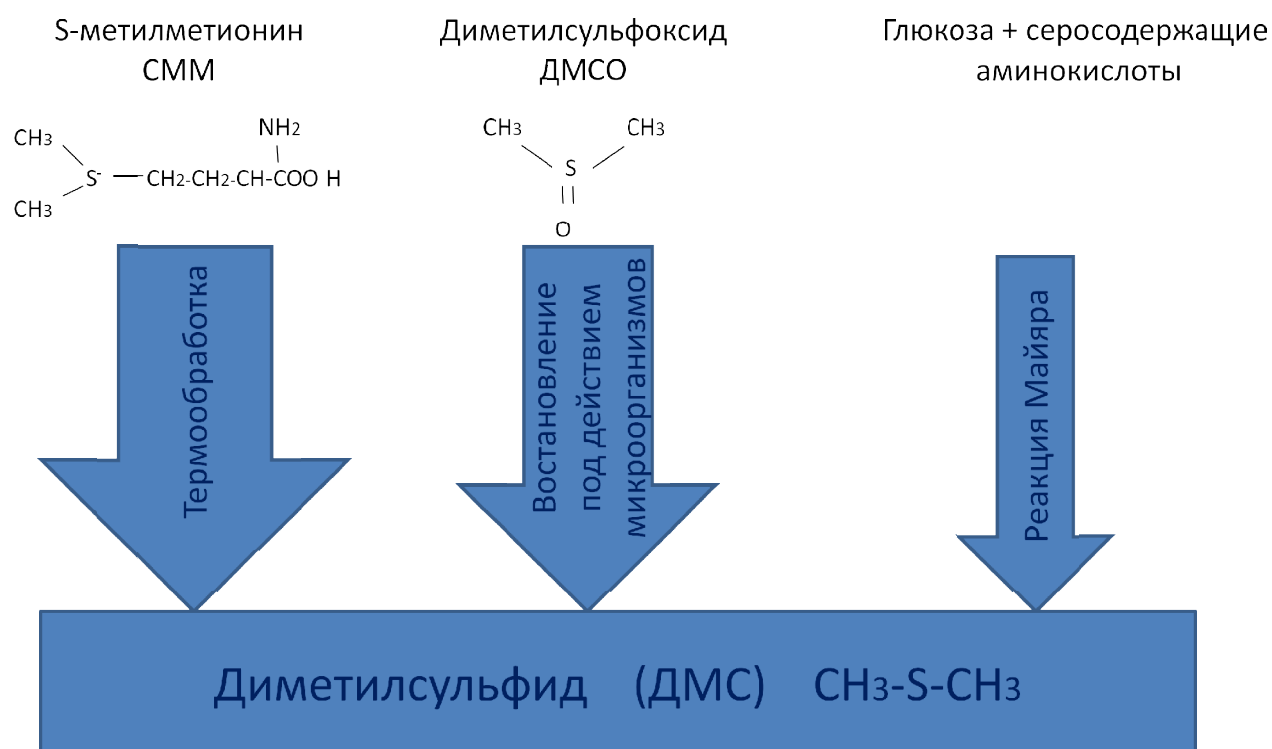


Рис 2. Способы образования ДМС в пиве.

Первый процесс обусловлен термической реакцией превращения S-метилметионина (SMM) в ДМС; второй – ферментативной реакцией восстановления ДМС микроорганизмами, в том числе и дрожжами, из окисленной его формы – диметилсульфоксида (ДМСО); третий процесс протекает по схеме реакции Майяра с расщеплением метионина по Штрекеру [10]. Количество ДМС и его предшественников постоянно изменяется в зависимости от содержания сульфосоединений в сырье и условий ведения технологических режимов получения солода и пива.

Дрожжи также образуют ДМС вследствие наличия в них фермента метионинсульфоксидредуктазы, катализирующего превращение ДМСО в ДМС. Известны штаммы дрожжей, в которых разрушен ген, контролирующий образование ДМС, поэтому они его не синтезируют [11].

Технологическое регулирование концентрации серосодержащих веществ. Необходимость регулирования количества диоксида серы в пиве связана, с одной стороны с тем, что его высокие концентрации отрицательно сказываются на органолептических свойствах напитка. С другой стороны,

SO_2 вследствие своих антиоксидантных свойств стабилизирует продукт в процессе хранения, предохраняя его от отрицательного влияния растворимого кислорода и некоторых карбонильных соединений.

Большинство штаммов дрожжей синтезируют SO_2 в первые 4 суток сбраживания сусла (от стадии забела до стадии высоких завитков) в пределах от 4 до 10 мг/дм³. Синтез SO_2 возрастает с повышением количества генерации, при этом увеличивается время, в течение которого пиво остается устойчивым к окислению. Увеличению содержания SO_2 способствует также режим, когда затирание начинают при 65 °C [5,12].

Уменьшению концентрации SO_2 способствуют увеличение интенсивности аэрации сусла и повышение в нем содержания липидов, а также сбраживание сусла с низкой экстрактивностью. Поэтому при сбраживании сусла с низким содержанием сухих веществ, с целью повышения стабильности вкуса пива в него добавляют сульфиты и бисульфиты натрия или калия, а также метабисульфиты. Эти соединения широко используют в виноделии [13].

Увеличению содержания H_2S и SO_2 способствуют снижение содержания метионина и треонина в сусле при интенсивном размножении биомассы дрожжей, попадание воздуха в пиво, а также состояние дрожжей, когда клетка испытывает стресс при внесении её в высокоплотное сусло или резком колебании температуры брожения. Таким образом, штаммовые особенности и физиологическое состояние дрожжей играют решающую роль.

Для уменьшения содержания ДМС в пиве необходимо, в первую очередь, использовать солод с содержанием предшественников ДМС (ДМС - П) не больше 4 мг/кг, а в качестве несоложенных материалов – зернопродукты с низким содержанием серосодержащих аминокислот (мальтозный сироп, рис, кукуруза и др.). Хмелепродукты и вода должны содержать минимальное

количество сульфосоединений органического и неорганического происхождения.

Наиболее существенное влияние на содержание ДМС в пиве оказывают тип системы и режимы кипячения сусла с хмелем. Считают, что для получения пива необходимого качества концентрация ДМС в сусле не должна превышать $0,13 \text{ мг/дм}^3$. Это обеспечивается системами кипячения, в которых используют режимы эффективного удаления летучих компонентов сусла при низком избыточном давлении. Образованию ДМС способствуют высокие значения pH и концентрации начального сусла, низкое содержание в нем азота, а также ведение процессов брожения при высоких температурах и в аппаратах очень большого объема [3,14].

Таким образом, формирование вкуса и аромата пива серосодержащими веществами находится в системе многих внешних факторов и подвергается динамическим изменениям в зависимости от содержания сульфосоединений в сырье, технологических режимов получения солода и пива, а также штамма дрожжей.

Следует обратить внимание на то, что серосодержащие вещества не только формируют вкус и аромат пива, они также отвечают за качество напитка, поскольку содержание многих из них четко регламентируется стандартами о качестве и безопасности пищевых продуктов. Поэтому дальнейшие исследования механизмов синтеза и способов регулирования серосодержащих веществ в пиве важны для получения сбалансированного по вкусу и аромату пива, а также полезны с точки зрения безопасности пищевых продуктов.

Литература

1. Бэмфорд Ч. Новое в пивоварении / Ч. Бэмфорд. пер. с англ. И.С. Горожанкиной, Е.С. Боровиковой. – СПб.: Профессия, 2007. – 520 с.

2. Meilgaard M.C. Beer flavor terminology / M.C. Meilgaard, C.E. Dalglish, J.E Clapperton // J. of the American Society of Brewing Chemists. – 1979.
3. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит; перевод с нем. Г. В. Даркова, В.А. Калашникова, А.М. Калашниковой и др. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
4. Нарцисс Л. Вкус пива и технологические факторы / Brauwelt, Мир пива. – 1996. – №2. – С. 21-23.
5. Меледина Т.В. Технологический подход к регулированию сенсорного профиля пива / Т.В. Меледина, А.Т. Дедегкаев, Е.В. Лебедева // Индустрия напитков. – 2005. – №1. – С. 10 –13.
6. Jackson J.F. Analysis of taste and aroma / J.F. Jackson, H.F. Linskens, R.B. Inman // Molecular methods of plant analysis. – v. 21. – Springer. Verlag. – Berlin. – Heidelberg. – New York. – 269 p.
7. Вишняков И.Г. Безопасность пива и пути снижения содержания ДМС / И.Г Вишняков, О.Б. Иванченко // Пиво и напитки. – 2007. – №6. – С. 25 – 27.
8. Роздобудько Б.В. Закономірності накопичення диметилсульфіду в пиві / Б.В. Роздобудько, Б.І. Хіврич // Тези доповідей Міжнар. наукової конф. молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 2 – 3 квітня 2012 р. – К.: НУХТ, 2012 р. – Ч. 1. – С. 181 – 182.
9. Mandl B. Mineral matter, trace elements, organic and inorganic acids in hopped worts // Proceedings of the European Brewery Convention Symposium Monograph. – 1974.
10. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.-1 .Технология солодоращения / Л.Нарцисс; перевод с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – 584 с.

11. Hansen J. Inactivation of MXR1 Abolishes Formation of Dimethyl Sulfide from Dimethyl Sulfoxide in *Saccharomyces cerevisiae* // Appl. Environ Microbiol. – September 1999.
12. Hansen J. Inactivation of MET 10 in brewer's yeast specifically increases SO_2 formation during beer production. // Nature Biotechnology. 1996. N14. – P. 1587 – 1591.
13. Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2003. – 304 с.
14. Фараджаева Е.Д. Образование побочных продуктов брожения при высокоплотном пивоварении / Е.Д. Фараджаева, Н.А. Колнышенко // Пиво и напитки. – 2007. – №2. – С. 25 – 27.

**КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ І
ВИНОРОБСТВА.**

Журнал: Напитки. Технологии и инновации.– 2012. – №9. – С. 59-61.