

On spent research had been defined mash quality indicators, influence of structure of a barmy mash and time generation yeast on a physiological condition of yeast is investigated. As follows from the analysis of results of the carried out research, at use of experimental variants of a mash in process generation yeast, the physiological condition засеваемых yeast improves in the sample № 2 (race K-7).

It has been established, that application of fermentable preparations intensifies process fermentation. The considerable difference of allocation CO₂ in control and skilled variants was observed on all extent of process. From the investigated spirit yeast more intensively fermentation a mash from a sugar beet race K-7 brought on Wednesday in the form of pure culture. Duration of fermentation of a mash at use of fermentable preparations decreases and makes – 48-60 hours at and fermentation temperature 27-28°C. In experimental tests the maintenance of ethyl spirit and quantity of flying impurity (methyl spirit and fusel oil) increases, that allows to receive more bioethanol at absolutization of ethyl spirit.

УДК 663.41: 546.23

ПОВЫШЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ПИВА

*Т.М. Тананайко, кандидат технических наук, доцент, О.Д. Косцова
РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию»*

Проблематика здорового питания привлекает все большее внимание населения. В последние годы потребители при выборе руководствуются не только вкусовыми качествами продуктов, но и их полезными свойствами. Поэтому все более актуальным становится взгляд на пиво с точки зрения его влияния на здоровье потребителей. Это особенно важно в нашей стране, где в последние 5 лет среднестатистическое потребление пива возросло более чем в 2 раза.

Наиболее подходящим критерием оценки влияния пива на здоровье человека является его пищевая ценность.

Под *пищевой ценностью* понимается комплекс потребительских свойств, включающих энергетическую, биологическую, физиологическую ценность и органолептические качества, а также усвояемость и безопасность [1].

Известно, что пищевая ценность определяется химическим составом продукта. Таким образом, для оценки пищевой ценности пива необходимо подробно рассмотреть его химический состав.

Состав пива очень сложен и может изменяться в зависимости от сорта, состава сырья и технологии производства. Обобщенно химический состав пива представлен на рисунке 1 [2,3].

Основными компонентами пива являются вода, этиловый спирт, углекислый газ и экстрактивные вещества. Очевидно, что пиво обладает высокой энергетической ценностью, благодаря входящим состав экстракта углеводам, азотистым веществам, глицерину, органическим кислотам. Значительную часть энергетической ценности пива обеспечивает этанол (до 60% калорийности).

Наличие аминокислот определяет биологическую ценность пива. В пиве обнаружено более 20 аминокислот. В основном они представлены пролином, α-аминомасляной кислотой, р-аланином, фенилаланином, тирозином и валином [2,3].

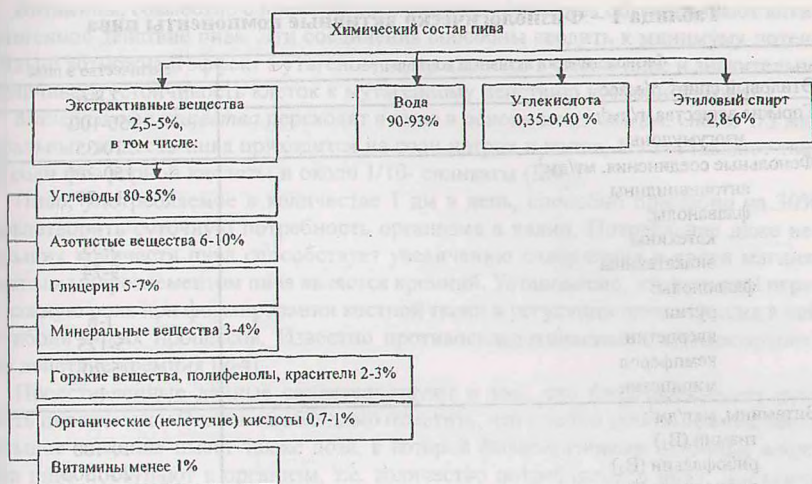


Рисунок 1 – Химический состав пива

Основные группы физиологически активных веществ, обнаруженных в пиве, представлены в таблице 1 [2-5].

Этанол при его умеренном потреблении оказывает успокаивающее действие на психику, уменьшает последствия стрессов, улучшает кровообращение, снижает артериальное давление. В ряде исследований, доказано влияние небольших доз этанола на снижение смертности от сердечнососудистых заболеваний [4]. Что касается умеренной (безопасной) дозы алкоголя, в литературе приводятся цифры в пределах от 20 до 80г этанола в день. Чаще всего, в качестве оптимальной выступает ежедневная доза этанола около 30г, что, в среднем, соответствует литру пива в день [2-4].

Горькие вещества пива, относятся к категории психоактивных соединений. Они оказывают седативное, снотворное, а в больших дозах – и галлюциногенное действие. Наличие гмулонов обуславливает антиканцерогенное действие пива. Кроме того, изо- α -горькие кислоты пива могут предотвращать остеопороз и резорбцию костной ткани [4].

Одной из наиболее важных групп физиологически активных веществ пива являются *полифенолы*. Наличие в пиве полифенолов в значительной степени обуславливает его антиоксидантные, антимуtagenные, противомикробные, антитромботические, антифлогистические и иммуномодулирующие свойства. Эти соединения также регулируют кровяное давление и уровень глюкозы в крови. Такое действие полифенольных соединений объясняется тем, что эти вещества препятствуют процессам окисления липопротеидов низкой плотности плазмы крови, подавляют процессы внутриклеточного перекисного окисления липидов, угнетают агрегацию тромбоцитов, предотвращают повреждение нуклеиновых кислот.

Помимо полифенольных соединений, указанных в таблице 1 в пиве обнаруживаются и другие (эллаговая, протокатехиновая, ванилиновая, салициловая, параоксисбензойная кислоты, а также фенол, ортокрезол и кумарины) в концентрациях 1мг/дм^3 и ниже [3,5].

Таблица 1 – Физиологически активные компоненты пива

| Физиологически активный компонент | Количество в пиве |
|---|-------------------|
| Этиловый спирт, %масс | 2,8-6 |
| Горькие вещества, г/дм ³ : изогумулоны | 50-100 10-35 |
| Фенольные соединения, мг/дм ³ : антоцианидины | 150-300 14-77 |
| флаванолы: катехины | 5-55 |
| эпикатехины | 9-24 |
| флавонолы: рутин | 1-6 |
| кверцетин | 5-125 |
| кемпферол | 5-20 |
| мирицетин | 1 |
| Витамины, мкг/дм ³ : тиамин (В ₁) | 10-100 |
| рибофлавин (В ₂) | 120-1300 |
| пиридоксин (В ₆) | 300-900 |
| никотинамид (РР) | 500-10500 |
| пантотеновая кислота (В ₅ или В _х) | 320-1100 |
| биотин (Н) | 2,6-9,7 |
| фолиевая кислота | 85-100 |
| Микроэлементы, мг/дм ³ : натрий | 30-32 |
| калий | 500-600 |
| кальций | 35-40 |
| магний | 100-110 |
| фосфаты | 300-400 |
| сульфаты | 150-200 |
| хлориды | 150-200 |
| нитраты | 10-80 |

Наличие в пиве полифенольных соединений придает напитку антиоксидантную активность, которая находится на уровне белого вина и коньяка и составляет 0,24-0,73 мг/см³. Наибольшей антиоксидантной активностью обладают темные сорта пива, наименьшей – безалкогольное пиво (предположительно причина в том, что при удалении спирта из пива удаляются также и фенольные соединения) [6].

В пиве, в отличие от большинства алкогольных напитков, содержатся *витамины* (таблица 1). Наиболее широко представлены витамины В-комплекса, источником которых являются ячмень и дрожжи. Витамин С, образующийся при проращивании ячменя, в пиве отсутствует, т.к. разрушается при сушке солода. В пиве также отсутствуют витамины, растворимые в жирах (А, D, Е, К) [2-4].

С учетом норм физиологической потребности в микронутриентах для населения Республики Беларусь, потребление 1 дм³ пива в день покрывает: около 10% ежедневной нормы потребления витаминов В₁ и В₂, 15% дневной потребности витамина В₆, 50% от суточной потребности витамина РР [7].

Витамины, совместно с пренилфлавоноидами и бетаином обуславливают анти-мутагенное действие пива. Эти соединения способны сводить к минимуму потенциально возможный эффект мутагенов, содержащихся в самом пиве и значительно увеличивать устойчивость клеток к мутагенному действию ксенобиотиков [8].

Минеральные вещества переходят в пиво в основном из солода. Около 1/3 минеральных веществ пива приходится на соли натрия и калия, 1/3 составляют также соли фосфорной кислоты и около 1/10- силикаты (SiO_2).

Пиво, употребляемое в количестве 1 дм³ в день, способно примерно на 30% удовлетворить суточную потребность организма в калии. Потребление даже небольших количеств пива способствует увеличению содержания в крови магния. Важным микроэлементом пива является кремний. Установлено, что кремний играет важную роль при формировании костной ткани и регуляции протекающих в ней метаболических процессов. Известно противосклеротическое и противовоспалительное действие кремния [2-4].

Представленные данные свидетельствуют о том, что физиологическая ценность пива высока. Однако необходимо отметить, что с точки зрения безопасности большое значение имеет также доза, в которой физиологически активные вещества пива поступают в организм, т.е. количество потребляемого пива. Доказано, что при потреблении более 1 дм³ пива в день его положительное действие не только не возрастает, но и значительно снижается, вплоть до полного отсутствия, а при потреблении в дозах, эквивалентных по содержанию этанола 80г в день и более повышается риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [4]. Такой эффект связан с наличием в пиве опасных для здоровья человека соединений.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь безопасность пива нормируется СТБ 90-35 и СанПиН 11-63 по следующим показателям: содержание токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк, железо), содержание метанола, содержание нитрозаминов. Однако, кроме нормируемых, в пиве содержатся другие потенциально опасные соединения, обладающие токсическим, канцерогенным и мутагенным действием. К таким соединениям относятся этиловый спирт, высшие спирты, ацетальдегид, биогенные амины, полициклические ароматические углеводороды. Токсическое действие этих соединений синергетично. Их метаболизм происходит в печени, тем самым при избыточном поступлении нарушая работу этого органа [2-4].

Несмотря на то, что в небольших количествах *этанол* оказывает положительное влияние на ряд систем организма, он относится к сильнодействующим наркотическим ядам. При длительном потреблении даже незначительных количеств алкоголя организм подвергается хроническому отравлению, которое приводит к развитию ряда патологий. Метаболизм этанола происходит главным образом в печени, где он окисляется до ацетальдегида – крайне токсичного соединения (токсичность ацетальдегида эндогенного происхождения в 20-30 раз выше токсичности этилового спирта). Ацетальдегид принимает непосредственное участие в формировании постинтоксикационного синдрома (состояния похмелья, абстинентного синдрома) [9].

Ацетальдегид не эндогенного происхождения (поступающий в организм с пивом) также обладает высокой токсичностью ($\text{ПДК}=0,4 \text{ мг/м}^3$, $\text{ЛД}_{50}=1232 \text{ мг/кг}$). Метаболизм ацетальдегида также происходит в печени [10].

Из побочных продуктов брожения в пиве количественно преобладают *высшие спирты*. Количественный и качественный состав высших спиртов, содержащихся в пиве, представлен в таблице 2 [3].

Таблица 2 – Высшие спирты, содержащиеся в пиве

| Спирт | Концентрация, мг/дм ³ |
|-----------------|----------------------------------|
| n-пропанол | 9,8 |
| изобутанол | 9,6 |
| амиловые спирты | 60,1 |
| 2-фенилэтанол | 19,8 |

Как видно из таблицы 2 в большей степени высшие спирты представлены амиловыми спиртами, а именно изоамиловым спиртом (2-метилбутанол-4) и оптически активным изоамиловым спиртом (2-метилбутанол-1). 2-метилбутанол-4 обладает резким неприятным запахом и высокой токсичностью – в 10-12 раз токсичнее этилового спирта. Изоамиловый спирт действует на центральную нервную систему, обладает наркотическими свойствами. При приеме изоамилового спирта появляется головная боль, тошнота, рвота. Симптомы отравления проявляются уже после приема внутрь 0,5 г изоамилового спирта. После приема внутрь 10-15 г этого спирта может наступить смерть. Пропиловый и изобутиловый спирты также проявляют высокую токсичность. Попадая в организм при потреблении пива в сочетании с этанолом, эти вещества медленно окисляются, тем самым, удлиняя состояние алкогольного опьянения и усугубляя абстинентный синдром [10].

Из ряда азотсодержащих соединений присутствующих в пиве стоит выделить т.н. *биогенные амины* – кадаверин, путресцин, гистамин и тирамин. Эти вещества образуются в процессе декарбоксилирования аминокислот и обладают сильным биологическим действием на ряд физиологических функций организма. Концентрации биогенных аминов в пиве составляют – 1-3 мг/дм [5]. При употреблении пива в большом количестве биогенные амины провоцируют развитие гипертензии, вызывают головную боль и могут привести к поражению почек [3].

Из вышесказанного ясно, что однозначно оценить пищевую ценность пива невозможно, т.к. обладая высокой энергетической и физиологической ценностью, пиво содержит ряд веществ, негативно влияющих на здоровье человека. При этом необходимо учитывать количество напитка, поступающего в организм, т.к. при регулярном потреблении или потреблении избыточных количеств пива синергетическое действие токсичных компонентов напитка преобладает над антиоксидантным действием физиологически активных соединений. Таким образом, справедливо предположение о том, что именно соотношение физиологически активных и потенциально опасных веществ определяет пищевую ценность каждого конкретного сорта пива. Другими словами, чем больше антиоксидантное действие компонентов напитка превосходит действие свободных радикалов, тем более полезным является пиво. Очевидно, что направленное изменение химического состава пива

в сторону увеличения количества биологически ценных компонентов и усиления их действия повысит пищевую ценность напитка и уменьшит негативные последствия потребления пива. Создание новых сортов пива с повышенной физиологической ценностью, усиливающих резистентность организма к негативному действию потенциально опасных соединений содержащихся в пиве, является одной из актуальных задач пивоваренной промышленности.

Одним из возможных решений поставленной задачи могло бы стать направленное увеличение содержания в пиве природных антиоксидантов – полифенолов. Однако с технологической точки зрения это нежелательно, так как полифенолы часто являются причиной образования коллоидных помутнений. Более того, современные способы повышения стабильности пива направлены на уменьшения содержания полифенолов в пиве, в результате чего снижается и общая антиоксидантная активность напитка.

Альтернативным способом получения пива с повышенной физиологической ценностью может стать внесение на определенных стадиях технологического процесса добавок, обладающих высокой антиоксидантной активностью. В настоящем исследовании предложено обогащать пиво микроэлементом селеном. Селен – известный антиоксидант, который защищает организм от свободных радикалов. В составе ферментов пероксидазы и глутатионпероксидазы микроэлемент ингибирует образование перекисей, прерывает цепь свободнорадикального окисления и нейтрализует свободные радикалы в момент их возникновения. Хорошо изучен гепатопротекторный механизм действия селена, в том числе и по отношению к алкоголю [11,12]. Доказано что регулярное потребление алкоголя, в том числе пива, может вызывать и ухудшать селенодефицитные состояния [13]. Таким образом, внесение в пиво микроэлемента селена позволит увеличить общую антиоксидантную активность напитка, предотвратить снижение содержания селена в организме при регулярном потреблении пива, понизить пагубное воздействие потенциально опасных соединений пива на печень.

Целью настоящего исследования является подбор оптимального селенсодержащего соединения, которое будет обеспечивать максимальный протекторный эффект, учитывая при этом пороговый характер действия соединений селена (при превышении пороговой дозы соединения селена проявляют токсичность), и изучение возможности внесения данного соединения в пиво.

Определяющим фактором обеспечения организма селеном при его пищевом поступлении в виде различных соединений является биодоступность этих соединений, которая зависит от эффективности всасывания селена и его включения в процессы метаболизма. Следует отметить, что биодоступность пищевых источников селена составляет не менее 60%, иногда приближается к 100% (в то время как для соединений других элементов переходного периода эти величины не превышают 10-20%). Вследствие этого, при оценке влияния на организм различных источников селена решающую роль играют не фактор их абсорбции, а эффективность включения в обменные процессы и токсичность [14]. Токсичность соединений селена представлена в таблице 3 [12,14,15].

Установлено, что токсичность форм селена уменьшается с уменьшением валентности селена в соединениях. Также уменьшение токсичности связывают с

усложнением органического носителя селена. Очевидно преимущество органических форм селена в качестве пищевых источников этого микроэлемента [14,15]. Таким образом, для направленного изменения химического состава пива с целью повышения его антиоксидантной активности и пищевой ценности приоритетными являются малотоксичные двухвалентные соединения селена Эбселен и Селекор.

Таблица 3 – Токсичность соединений селена

| Соединение селена | Валентность селена | DL ₅₀ (для крыс) мг/кг | Класс опасности (ГОСТ 12.1.007-76) |
|--|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Натрия селенит | 6 | 6-10 | 1 (чрезвычайно) |
| Селенобогатенные дрожжи (селенометионин+селеноцистеин) | 4 | 1000 | 3 (умеренно) |
| Селенометионин | 4 | - | 3 (умеренно) |
| Селенопиран | 2 | 725 | 3 (умеренно) |
| 2-фенил-1,2-бензиселенозол-3 (Эбселен) | 2 | - | 4 (малоопасно) |
| Диметилдипиразолилселенид (Селекор) | 2 | 8079 | 4 (малоопасно) |

Анализ рынка показал нецелесообразность использования Эбселена из-за его высокой стоимости. Следовательно, оптимальным является использование диметилдипиразолилселенида (Селекора). Это соединение представляет собой аморфный порошок белого цвета, без запаха. Пиразольные кольца в составе Селекора проявляют противовоспалительную активность. При метаболизме Селекора в организме человека не образуется токсического селеноводорода. Препарат относится к слабокумулярующим веществам, его коэффициент кумуляции равен 5,42. Антиоксидантная активность препарата «Селекор» находится в диапазоне активности токоферола, кверцетина и рутина [15].

На основании представленных сведений в качестве источника селена в настоящем исследовании выбрана пищевая добавка «Антиоксилен», в которой селен представлен в форме диметилдипиразолилселенида (Селекора). В состав добавки «Антиоксилен», помимо селена, входит сукцинат натрия – нетоксичная и некумулятивная соль янтарной кислоты. Клиническими исследованиями установлено, что соли янтарной кислоты снижают потребление кислорода и выделение углекислого газа сердечной мышцей, не изменяя активности дыхания тканей печени, почек, головного мозга, выводят из организма токсичные вещества, в том числе алкоголь, с одновременным снижением содержания молочной и пировиноградной кислот, аммиака. Это вещество используется в ряде биологически активных и пищевых добавок для снижения токсического действия алкоголя на организм [16]. Таким образом, количественный и качественный состав пищевой добавки «Антиоксилен» полностью соответствует цели данного исследования.

Представленные данные доказывают необходимость избирательного подхода к рассмотрению пива с точки зрения пищевой ценности, т.к. влияние на организм человека каждого конкретного сорта пива определяется индивидуальным соотношением в нем физиологически активных и потенциально опасных веществ. Внесение в пиво селена в форме органического малотоксичного соединения диметилдипиразоллилселенида в составе пищевой добавки «Антиоксилен» позволит увеличить содержания в пиве антиоксидантов, тем самым повысить пищевую ценность напитка и снизить негативное влияния пива на здоровье потребителей.

Литература

1. Жигалов, А.Н. Пищевые достоинства алкогольных напитков / А.Н. Жигалов, О.П. Преснякова, Э.Р. Ханухов // Пиво и напитки – 1999. – № 4. – С. 54-55.
2. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит – Спб.: Профессия, 2001 – 912с.
3. Нужный, В.П. Пиво: химический состав, пищевая ценность, биологическое действие и потребление/ В.П. Нужный // Вопросы наркологии. – 1997. – № 4. – С. 68-76.
4. Жанатаев, А.К. Пиво как функциональный продукт и его влияние на здоровье / А.К. Жанатаев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №4. – С. 65-75.
5. Савчук, С.А. Применение новых хроматографических методов в исследовании пива / С.А. Савчук [и др.] // Пиво и напитки. – 2003. – №1. – С. 15-21.
6. Стрижаков, И.И. Определение природных антиоксидантов в пиве / И.И. Стрижаков [и др.] // Пиво и напитки. – 2006. – №2. – С. 86-88.
7. Инструкция 2.3.7.10-15-55 «Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп взрослого населения Республики Беларусь»: утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь. – 2005.
8. Кобелев, К.В. Исследование параметров, определяющих функциональные свойства пива / К.В. Кобелев [и др.] // Пиво и напитки. – 2005. – № 2. – С. 18-19.
9. Первова, Ю.В. О механизмах действия алкоголя на организм человека/ Ю.В. Первова // Вопросы питания – 2004. – №3. – С. 43-46.
10. Крамаренко, В. Ф. Токсикологическая химия / В.Ф. Крамаренко – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 447 с.
11. Тутьельян, В.А. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В.А. Тутьельян [и др.] – М.: Издательство РАМН, 2002. – 224с.
12. Шишков, Ю.И. Обогащение продуктов питания и напитков органическими соединениями селена/ Ю.И. Шишков, А.А. Кулемина // Пиво и напитки. – 2002. – №4. – С. 24.
13. Sudhir K Dutta, MD, Pamela A Miller, BS, Lynn B Greenberg, MS, and Orville A Levander, PhD / Selenium and acute alcoholism// The American Journal of Clinical Nutrition 38: NOVEMBER 1983. – P. 713-718
14. Гмошинский, И.В. Минеральные вещества в питании человека. Селен: всасывание и биодоступность/ И.В. Гмошинский, В.К. Мазо // Вопросы питания. – 2006. – №5. – С.15-21.

15. Соединения селена и здоровье/ под.ред. И.В. Саноцкого – Москва, 2004 – 192с

16. Романова, Н.К. Пищевые добавки с алкопротекторными свойствами/ Н.К. Романова, Н.Н. Симонова, Л.А. Костина // Пищевая промышленность. – 2007. – №11. – С. 26-27

Аннотация

В связи с тем, что химический состав пива варьирует в широких пределах, для оценки его пищевой ценности необходимо индивидуально рассматривать каждый сорт пива. Влияние на организм человека каждого конкретного сорта пива определяется индивидуальным соотношением в нем физиологически активных и потенциально опасных веществ, и количеством потребляемого пива. Для увеличения антиоксидантной активности и пищевой ценности пива предложено вносить в пиво органическое соединение селена – диметилдипиразололилселенид.

INCREASING NUTRITIONAL VALUE OF BEER

T.M. Tananaiko, O.D. Kostova

In connection with the fact that the chemical composition of beer varies widely for the evaluation of its nutritional value should be individually consider each type of beer. It is explained by that the impact on the human body each type of beer is determined by the ratio in it physiologically active and potentially dangerous substances, and the amount of beer consumed. To increase the antioxidant activity of beer and increase its nutritional value it is suggested to add organic form of selenium.

УДК 664.2

КАТИОНИЗАЦИЯ КРАХМАЛА

В.В. Литвяк, канд. хим. наук

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларусь по продовольствию», г. Минск*

Известны разнообразные способы катионизации крахмала [1-3].

Сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработан современный, высокоэффективный метод получения катионных крахмалов с применением катионирующего реагента N-(3-хлоро-2-гидроксипропил)-N,N,N-триметиламмоний хлорида, получаемого в результате реакции избытка эпихлогидрина с 3-метиламмоний хлоридов с последующей очисткой, а также катализаторов катионизации – малеинового ангидрида или янтарной кислоты, гидроксида и/или оксида натрия, магния, калия или кальция, с дополнительным применением ингибиторов клейстеризации – сульфатов (хлоридов) натрия и/или калия, при этом обработка проводится методом сухой или методом полусухой катионизации или методом катионизации крахмальной суспензии или методом катионизации крахмального клейстера или струзией.