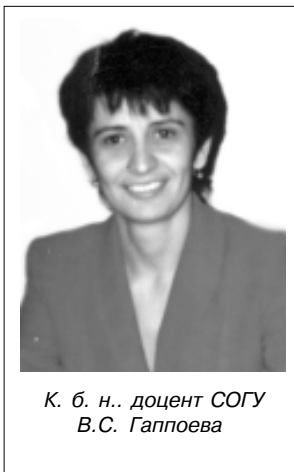


# Технологические факторы повышения стабильности пива

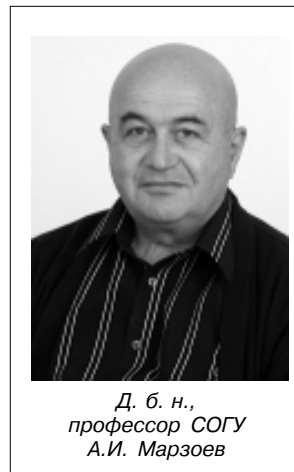
Е.К. Кручко, В.С. Гаппоева, А.И. Марзоев



Технолог спиртзавода  
«Феникс»  
Е.К. Кручко



К. б. н., доцент СОГУ  
В.С. Гаппоева



Д. б. н.,  
профессор СОГУ  
А.И. Марзоев

Последние десятилетия в пивоварении, наряду с другими проблемами, актуальными остаются вопросы стабилизации пива [1–5]. Понятие «стабилизация пива» включает такие составляющие, как вкусовая стабильность, стабильность пены (пеностойкость), стабильность цвета, биологическая стабильность и коллоидная стабильность [1, 11]. Иногда вместо стабильности используется термин стойкость пива. Насущная необходимость увеличения сроков стойкости пива, которые гарантируют производители, повышение требовательности потребителей к таким показателям, как свежесть пива, стабильность вкуса и аромата, все это обусловлено, в первую очередь, конкуренцией между пивоваренными компаниями и, как следствием последнего, – глобальными увеличениями расстояния и сроков доставки пива потребителю. В европейских странах проблема стабилизации пива имеет ко всему прочему и достаточно четкие временные границы, так как с первого января 1989 года производитель обязали указывать на упаковках минимальную стойкость продукта. Увеличение сроков стабильности пива означает на практике удлинение отрезка времени от момента производства до того, как клиент уже не пожелает покупать пиво вследствие утраты последним неких качеств или качества [2]. И хотя понятие «стабильность пива» как некое интегральное качество значительно шире тех представлений, которые о нем имеют большинство производителей, и даже специалистов, тем не менее наибо-

лее демонстративным качеством, то есть таковым, которое определяется даже рядовым потребителем, было и остается прозрачность пива. В утрате прозрачности, иначе говоря помутнении пива как результат, так и причины его вызывающие, на сегодня хорошо известны [6, 8, 11]. В тех случаях, когда помутнение пива обусловлено микробиологическими загрязнениями – бактериями и продуктами их метаболизма, речь идет о биологической мути. Но есть и другого рода помутнения пива, которые развиваются вне связи с биологической чистотой пива и в таком случае говорят уже о небиологической или, по иному, физико-химической мути. Синонимом последнего можно считать и понятие коллоидная муть. Последовательность процессов, факторы, способствующие образованию необратимого помутнения пива, изучены подробно [8, 9]. Считается установленным, что в состав мути, образующейся как результат сложных физико-химических процессов, входят белки, полифенолы, полисахара, а также ионы металлов и комплекс неорганических веществ [3]. Учен и вклад отдельных компонентов мути в ее образование: необратимая муть есть результат комплексообразования между высокомолекулярными полипептидами с веществами полифенольной природы, в первую очередь антоцианагенами. С учетом последнего среди мер, направленных на предотвращение возникновения коллоидного помутнения и, тем самым, – на увеличение стабильности пива, можно отметить применение

различных вспомогательных веществ, с помощью которых из пива удаляются или один из основных компонентов мути (полифенолы или белки), или оба [6]. Последний вариант реализуется производителями в тех случаях, когда хотят достичь очень длительной гарантированной стойкости пива (шесть и более месяцев).

Вместе с тем, производители пива могут существенно повлиять на показатели стабильности пива, по меньшей мере в аспекте предотвращения коллоидной мути, привлекая на помощь не только вспомогательные материалы или сырьевые ресурсы, но и определенные технологические принципы. Направленность этих принципов, в частности, базируется на хорошо известной возможности оценивать так называемую белковую стойкость пива в пробах с аммонийсульфатсвязываемым белком (АССБ) [10].

Целью настоящей работы было определение группы таких технологических факторов, которые способны оказывать влияние на содержание в пиве АССБ.

Кроме того, в работе предлагается простой способ инструментальной оценки относительных количеств АССБ, апробированный в нашей лаборатории, вместо рекомендуемого визуального способа [10], который в силу понятных причин содержит в своей основе субъективизм и связанные с ним неточности.

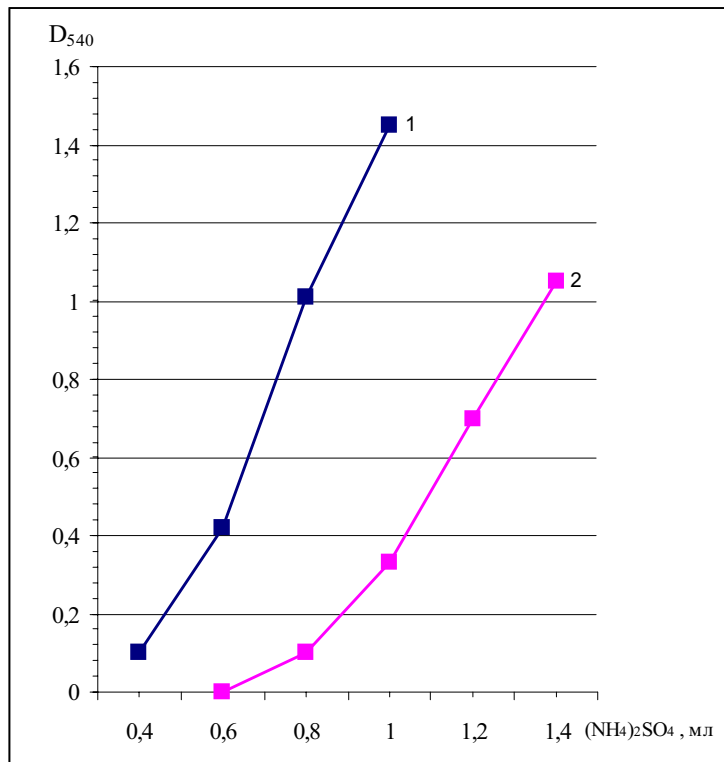
#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для приготовления пива использовали импортный (Чешская Республика) солод пильзенского типа с характеристикой содержания по белку 11,0 %, предоставленный нам пивзаводом «Ирбис» (г. Владикавказ). Затираание дробленного солода производили по схеме, описываемой в тексте в каждом отдельном случае при соотношении солод/вода как 1:4 или 1:5. Для стандартизации условий количество промывных вод в однотипных заторах оставляли постоянным. Продолжительность кипячения суслу с хмелем (ароматный жатецкий хмель, тип гранулы – 90) во всех экспериментах также была стандартной и составляла 90 мин. Охмеление суслу осуществляли с достаточным подогревом, чтобы обеспечить бурное кипение. Экстрактивность суслу во всех экспериментах составляла 12 % СВ. Охлажденное до 9–12°C сусло забраживали дрожжами одной расы «Н». Дрожжи в сусло вносили в виде густой суспензии таким образом, чтобы после разбавления их количество достигало 24–27 млн клеток в 1 мл суслу. Специального аэрирования суслу не производили. Главное брожение пива протекало в среднетемпературном режиме при температуре 10–

11°C. На дображивание и созревание пиво отправляли по достижении концентрации сухих веществ 3,8–4,0 %, предварительно охладив молодое пиво до температуры 4–5°C. Для дображивания и созревания пиво шпунтовали в специальных герметических емкостях из нержавеющей стали или кегах и помещали в холодильник с температурой 2–4°C. Продолжительность дображивания пива составляла в наших опытах от 5 до 8 недель.

Для тестирования белковой стойкости образцов пива использовали насыщенный раствор сульфата аммония, приготовленный по методу, описанному в [10]. Далее вместо описанного в указанном источнике метода, именуемого методом определения предела осаждения, используемого в тривиальной лабораторной практике, мы испытали свой метод, основанный не на визуальном, а на фотометрическом определении помутнения пива в присутствии сернокислого аммония. Принцип определения белковой стойкости с помощью выяснения предела осаждения при использовании традиционного метода состоит в том, что к предварительно освобожденному от углекислоты и профильтрованному пиву, которое разливают в ряд пробирок по 10 мл, последовательно, в возрастающем количестве на 0,1 мл добавляют насыщенный раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Показателем предела осаждения называют то количество насыщенного раствора сернокислого аммония в мл, которое требуется прилить к 100 мл пива, чтобы вызвать в нем появление мути. Помутнение связано с тем, что соль отщепляет гидратационные оболочки от белковых (полипептидных) молекул, в результате чего они конденсируются друг с другом, образуя хлопья, которые и вызывают помутнение. Очевидно, что чем быстрее наступает помутнение (при меньших количествах сернокислого аммония), тем больше высокомолекулярных полипептидов в пиве, и тем ниже белковая стойкость испытуемого пива.

В модификации нашей лаборатории этот метод состоял в следующем. После фильтрования пива в ряд пробирок (обычно 8–10 пробирок) наливали по 5,0 мл пива. Далее к каждому образцу приливали в возрастающем от пробирки к пробирке на 0,1 мл количестве. Содержимое пробирок перемешивали и оставляли на 15 мин. После этого фотометрировали их на фотоэлектроколориметре КФК-2 при длине волны 540 нм, используя в качестве контроля образец пива без добавления сернокислого аммония. В том случае, если мути нет, оптическая плотность прозрачного пива относительно другого такого же образца пива будет рав-



**Рис. 1.** Влияние густоты затора на содержание АССБ в готовом пиве. Зависимость величины светорассеяния ( $D_{540}$ ) от количества внесенного сернокислого аммония. 1 – пиво в заторе, густота затора которого составляла 1:4; 2 – 1:5.

на нулю. С появлением мути увеличение оптической плотности обусловлено увеличением светорассеяния образца. Следовательно, как появление светорассеяния, так и динамика ее роста несет достаточно достоверную информацию о белковой стойкости в частности и коллоидной стабильности вообще.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

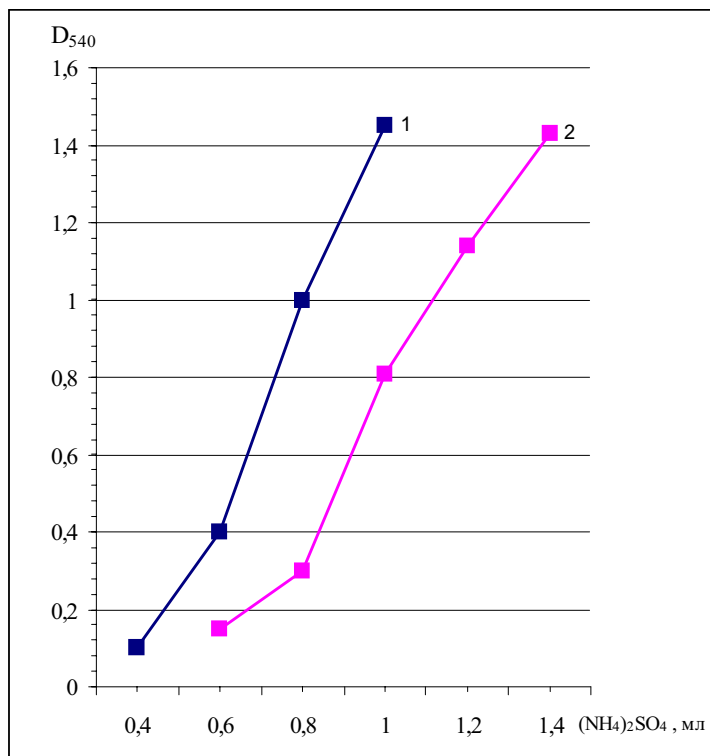
В первой серии опытов мы изучили влияние густоты затора на белковую стойкость пива. Для практики многих российских пивзаводов характерно соотношение солод (и в соответствующих случаях + несоложенные материалы) – вода в пределах (1:3) – (1:4). Результаты наших опытов отражены на рис.1. Как видно, густота затора имеет существенное значение для содержания в пиве АССБ. Так, при соотношении солод/вода 1:5 количество связываемых использованным реагентом белков в пиве было меньше, чем в образце пива, при изготовлении которого было произведено традиционное затирание (соотношение солод/вода как 1:4). В этой связи отметим, что

все остальные показатели режима затирания были идентичны. И то, что в итоге произошло существенное снижение содержания АССБ в готовом пиве с нетрадиционным затиранием в сравнении с традиционным контролем, показывает, что при технической возможности на уровне затирания есть смысл использовать более разбавленные по содержанию сухих веществ заторы.

Одним из контролируемых параметров затора считают значение pH, устанавливающееся при смешивании дробленых зерноматериалов с водой.

На сегодня считается твердо установленным, что в конечном итоге действие так называемых активных ионов воды реализуется за счет относительно небольших сдвигов pH [8].

Не детализируя здесь механизм такого влияния pH на качество получаемого пивного сусле и далее пива, отметим, что показатель кислотности среды затирания имеет значение и для белковой стойкости пива. В пользу такого утверждения свидетельствуют и данные, полученные в наших исследованиях (рис.2.) В контрольном затирании при режиме: соотношение солод/вода как



**Рис. 2.** Влиянии pH затора на содержание коллоидобразующих белков в пиве.

1 – pH затора = 5,8; 2 – pH затора = 5,35.

затираание при температуре 45°C (пауза – 40 мин); нагрев до 54°C (пауза – 15 мин); нагрев до 60°C (пауза – 35 мин); нагрев до 70°C (пауза – 40 мин), – после чего осахаренный раствор нагревали до 76°C и подавали в фильтрационный чан для фильтрации сусла. Образец пива № 1 получен при затираании таким способом, при этом значение pH затора составляло величину 5,8. Эта величина на несколько десятых долей единицы выше, нежели рекомендуемые значения pH затора 5,3–5,5. Но именно эти недостающие до нормы несколько десятых единицы значения pH и сказываются столь драматично на содержании в пиве АССБ. На кривой 2 этого же рисунка отражены данные реакции коллоидобразующих белков на добавление сернистого аммония к другому образцу пива, изготовленному на заторе, который предварительно подкислили с помощью уксусной кислоты до значения pH= 5,35. Кривые, отражающие белковую стойкость в первом и втором случае, наглядно свидетельствуют о том, насколько важно при затираании иметь нужную кислотность затора.

В классических руководствах по пивоварению в качестве оптимального для белковой паузы указывается область температур 50–52°C (7,8).

Между тем, для ряда протеолитических ферментов солода дается более широкий диапазон оптимума температур в интервале 40 – 70°C (12). В отдельных руководствах по технологии пивоварения белковая пауза как таковая не выделяется сколь-нибудь акцентированно, а также указывается размытый интервал от 40 до 60°C (9). Можно думать, что такое разнообразие во мнениях не случайно, а есть следствие сложности вопроса. И подтверждением тому можно считать, что до настоящего времени не установлено какого-то общепринятого температурного оптимума для проведения белковой паузы. Не вдаваясь в обсуждение этого вопроса, как не входящего в цели настоящего исследования, заметим, что выбор того или иного температурного интервала для проведения белковой паузы при затираании можно рассматривать в качестве своеобразного инструмента для регуляции как количества свободных аминокислот в сусле, так и фактора, влияющего на характеристики белковой стойкости пива. В пользу этого свидетельствуют и данные серии наших опытов, результаты которых представлены на рис. 3.

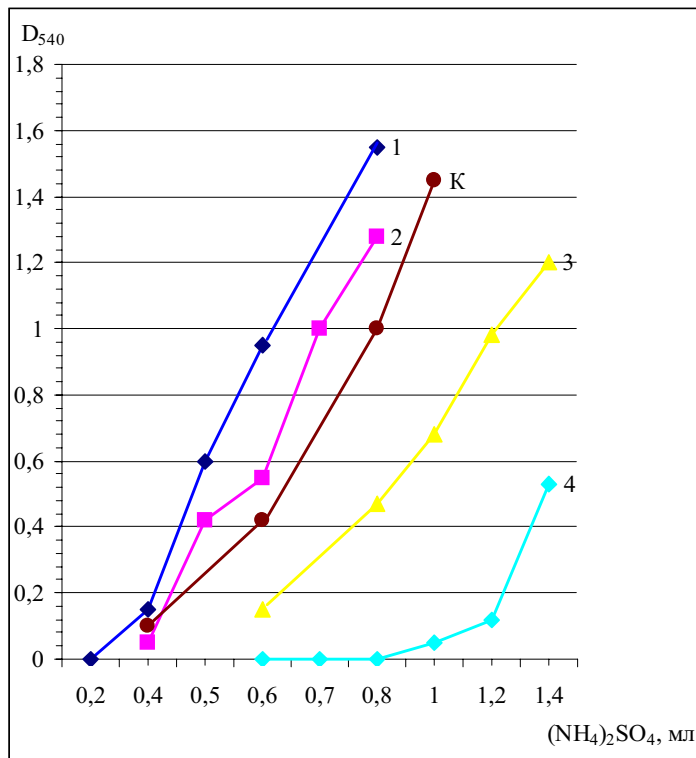


Рис. 3. Влияние температурного режима затираания на содержание коллоидобразующих полипептидов готового пива. (Пояснение в тексте.)

Кривые на этом рисунке отражают динамику изменения светорассеяния 5 образцов пива – контрольного образца пива (образец К) и 4 опытных образцов пива в ответ на добавление раствора сернистого аммония. Затираание зерноматериалов в каждом из этих образцов различалось по температурным вариациям белковой паузы. Во всех случаях затираание начинали при температуре 38°C, после чего выдерживали паузу 20 мин. Далее в заторах осуществляли те или иные модификации. Кривые № 1, 3 и 4 – образцы пива, заторы которых после общей точки затираания (38°C) нагревали до 45°C, где делали паузу 20 мин, тогда как в заторе для образца пива №2 температурную паузу при 45°C пропускали, а нагревали до 60°C. Затор для контрольного образца пива «К» также начинали с температуры 38°C, выдерживали 20 мин, затем нагревали до 45°C (пауза 30 мин), далее нагрев до 54°C (пауза 20 мин), затем нагрев до 60°C, где снова делали паузу (20 мин). Для остальных образцов пива различия по затору состояли в следующем:

- затор образца пива № 1 после паузы при 45°C нагревали до 54°C и при этой температуре выдерживали 30 мин, после чего нагревали до 70°C;

- затор для образца пива № 2 не выдерживали при паузе в 45°C, а немедленно нагревали до 60°C,

при которой выдерживали паузу, после чего нагревали до 70°C и осахаривали;

- для образца пива № 3 затор, минуя промежуточные температурные интервалы, нагревали до температуры осахаривания 70°C;

- в заторе для образца пива № 4 вторую белковую паузу устанавливали при 60°C, после чего нагревали до 70°C.

Если обратиться к кривым на рис. 3, то обнаруживается, что наименьшее количество мутьобразующих факторов белковой природы, реагирующих на серноокислый аммоний, было в образце пива № 4. Такой результат можно рассматривать как указание на важность двух пауз при температуре 45°C и 60°C. Действительно, ближайший по значению обсуждаемого показателя белковой стойкости образец пива № 3 вторую паузу (при 60°C) в своем заторе не имел. Вместе с тем отдельного обсуждения заслуживает образец пива № 2. Этот образец пива, приготовленный на заторе, который содержал в себе белковую паузу при 60°C, но миновал паузу при 45°C.

Пиво, приготовленное на этом заторе, имело больше АССБ, чем в остальных случаях. При сравнении образцов № 2 и 3 также обнаруживается отсутствие в заторе паузы при 60°C, что драматично сказывается на концентрации АССБ, то есть – происходит увеличение его содержания в пиве.

Таким образом, эти данные дополнительно подтверждают мнение авторов, считающих невозможным на практике при затирании проконтролировать как ход расщепления белков солода, так и количество белков, выпадающих в брux при кипячении.

Вместе с тем результаты настоящей работы свидетельствуют в пользу возможности влиять на количество коллоидобразующих белков в готовом пиве, а следовательно, на белковую стойкость последнего, на стадии затирания солода.

*Авторы выражают признательность администрации пивоваренного завода «Ирбис» за любезно предоставленный солод.*

## Литература

1. Шленкер Р. Стабилизация пива с помощью ПВПП. ШЕНК филтербау ГмбХ, Швебиш Гмюнд. Доклад на 13-ой ежегодной технической конференции. 24 января 1986 г.
2. Ангер Х.-М. Обеспечение небологической стабильности пива – важный фактор, гарантирующий минимальную стойкость при хранении. – Brauwelt. Мир пива. 1996, № 2. С. 40.
3. Хиппе Л. Стабилизация пива кизельгелем. – Brauwelt.: Мир пива. 1996, № 5. С. 71.
4. Смирнов А.Л., Герасимова О.В. Применение и роль ПВПП в стабилизации пива. – Brauwelt. Мир пива. 1996, № 3. С. 20.
5. Шленкер Р, Тома С., Эхсле Д. Стабилизация пива с помощью PVPP с рециркуляцией – уровень современной техники. – Brauwelt.: Мир пива. 2000, № 3. С. 8.
6. Гопал С., Уиттингем Дж., Рехманджи М., Мола А., Нарайанан К., Тринх Т., Герасимова О.В., Смирнов А.Л. Новое направление в стабилизации пива. – Brauwelt.: Мир пива, 1999, №5. С. 27.
7. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М., ИРПО: Изд. центр «Академия», 2000. 416 с.
8. Кунце В. Технология солода и пива / Пер. с немецкого. – С.-Петербург: Изд. «Профессия», 2001 г. 912 с.
9. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение / Пер. с чешского. – М., Пищевая промышленность, 1977 г. 624 с.
10. Косминский Г.И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. – Минск.: «Дизайно ПРО», 1998. 352 с.
11. Бесендерфер Г., Биркеништок Б., Талакер Р. Вклад в увеличение стабильности вкуса пива. – Brauwelt. Мир пива, 2002. № 2. С.10.
12. Хорунжина С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. – М.: Колос. 1999 г. 312 с.

