

# Совершенствование технологии пива с использованием аскорбиновой кислоты

В.А. Борисенко, Л.А. Маюрникова, Т.Н. Борисенко  
 Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

Одна из основных потребительских характеристик пива — его стабильность, которая определяется временем сохранения напитком первоначальных свойств: прозрачности, вкуса, пенистости, цвета. На стойкость пива влияют различные факторы, но главную роль в образовании помутнений и снижении вкуса играют окислительные процессы, протекающие на всех стадиях производства пива [1].

Для минимизации негативного влияния кислорода на технологический процесс и качество пива используют антиоксиданты: сульфиты и метабисульфиты, аскорбиновую кислоту и ее соли, специальные комплексные препараты (Биокс, Айсон Д., Зибель). Антиоксиданты, как правило, вносят на конечных стадиях производства пива [1, 2].

В настоящее время доказано, что негативное воздействие кислорода на качество пива начинается уже на стадии дробления и затирания солода и связано с окислением жирных кис-

Исследованиями последних лет показано, что кислород также негативно влияет и на фильтруемость заторов. Снижение скорости фильтрования объясняется окислением тиолосодержащих белков зернопродуктов. При этом образуются дисульфидные мостики, что приводит к формированию высокомолекулярных поперечносшитых белков, гелей и тестообразных субстанций. Образующиеся агрегаты снижают проницаемость фильтрующего слоя и замедляют фильтрование [4]. При окислении заторов уменьшается и выход сусла.

Анализ вышеизложенного свидетельствует о необходимости изучения возможности устранения негативного влияния кислорода на затор с помощью антиоксидантов.

В качестве антиоксиданта была выбрана пищевая аскорбиновая кислота, которая наряду с известными антиоксидантными свойствами по результатам наших исследований повышает активность многих ферментов.

Первоначально изучали влияние аскорбиновой кислоты на фильтруемость заторов, выход сусла и его качество. С этой целью готовили заторы настойным способом с выдержкой смеси солода и воды по 30 мин при температурах 50, 63, 70 °С и 15 мин при 78 °С. В начале процесса в затор вносили аскорбиновую кислоту в количестве 100–500 г/т солода. Определяли время фильтрования, количество сусла и содержание в нем мальтозы, аминного азота, белка, полифенолов общепринятыми в пивоварении методами [5]. Продукты окисления липидов контролировали по тиобарбитуровому числу (ТБЧ), которое определяли по методу МЕБАК.

Полученные данные представлены в табл. 1.

Как видно из таблицы, при внесении аскорбиновой кислоты значительно ускоряется процесс фильтрования заторов, причем положительный эффект отмечается при увеличении количества вносимого антиоксиданта до 400 г/т. Аскорбиновая кислота положительно влияет на содержание в сусле редуцирующих веществ, аминного азота, снижает концентрацию в нем потенциальных мутеобразователей и продуктов окисления липидов. Эксперимент позволил выявить оптимальную дозировку антиоксиданта — 300–400 г/т солода.

Повышение содержания в сусле редуцирующих веществ и аминного азота, а также снижение концентрации высокомолекулярной фракции белка А свидетельствует о более эффективном гидролизе биополимеров солода в присутствии аскорбиновой кислоты. Мы предположили, что такой результат связан с активирующим воздействием витамина С на ферментные системы затора.

Для проверки этого предположения готовили заторы с использованием выявленной оптимальной дозировки витамина С — 400 г/т. В конце белковой (50 °С), мальтозной (63 °С) паузы и паузы осахаривания (73 °С), а также перед подачей затора на фильтрование (78 °С) отбирали пробы сусла и опре-

Таблица 1

Показатель	Дозировка аскорбиновой кислоты, г/т					
	0	100	200	300	400	500
Массовая доля сухих веществ, %	8,20	8,25	8,30	8,35	8,40	8,40
Редуцирующие вещества, %	74,4	77,9	78,7	78,8	78,9	78,8
Аминный азот, мг/100 см <sup>3</sup>	23,8	25,5	30,1	27,5	28	27,2
Фракция белка А, мг/100 см <sup>3</sup>	9,23	7,96	7,60	7,23	7,10	7,10
Полифенолы, мг/дм <sup>3</sup>	100	94	90	87	85	85
Время фильтрования, %	100	62	56	51,7	48	48
Выход сусла, см <sup>3</sup>	300	305	309	312	315	320
ТБЧ	21,0	20,5	20,0	19,4	18,6	18,0

лот и фенольных веществ. Окисление жирных кислот — один из путей образования в пиве карбониллов старения. Особую роль в этом процессе играет линолевая кислота, которая служит источником накопления в пиве альдегида транс-2-ноненаля, который придает напитку картонный привкус [3]. Окисление фенольных веществ при затирании и фильтровании отрицательно влияет на цвет пива и его восстановительный потенциал.

Таблица 2

Активность сусла, ед/100 см <sup>3</sup>		Стадия затирания				
		пауза цитолиза, 40 °С	белковая пауза, 50 °С	мальтозная пауза, 63 °С	пауза осахаривания, 70 °С	конец затирания, 78 °С
Амилолитическая	контроль	—	162,8	229,2	155,0	100,0
	опыт	—	180,2	252,4	178,5	124,0
Протеолитическая	контроль	—	1,55	0,80	0,52	—
	опыт	—	2,15	1,03	0,61	—
Цитолитическая	контроль	117	114	16	—	—
	опыт	138	125	20	—	—

деляли в них амилолитическую (АС), протеолитическую (ПС) и цитолитическую способность (ЦА).

АС сусла определяли колориметрическим методом, ПС — методом Ансона, используя в качестве субстрата 2%-ный раствор казеината натрия. Цитолитическую способность оценивали по эффективности гидролиза фильтровальной бумаги, определяя количество образовавшейся глюкозы глюкозооксидазным методом с применением диагностического препарата «Новоглюк».

Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Полученные данные свидетельствуют, что аскорбиновая кислота активизирует и стабилизирует основные гидролитические ферменты солода. Так, АС сусла в конце белковой и мальтозной пауз увеличилась на 11% по сравнению с контролем, после паузы осахаривания — на 15%, а в конце затирания амилолитическая способность опытных образцов сусла превышала АС контрольных образцов уже на 24%. Эксперимент также показал, что аскорбиновая кислота на 17–39% повышает активность протеаз солода; на 10–18% увеличивается активность цитолитических ферментов.

Исследовали также влияние аскорбиновой кислоты на процесс сбраживания и физиологическое состояние дрожжей. Для этого готовили охмеленное сусло с внесением в начале затирания аскорбиновой кислоты в количестве 400 г/т солода. Характеристика охмеленного сусла представлена в табл. 3.

Таблица 3

Показатель	Контроль	Опыт
Массовая доля сухих веществ, %	11,0	11,0
Редуцирующие вещества, г/100 см <sup>3</sup>	8,40	8,85
Аминный азот, мг/100 см <sup>3</sup>	27,3	29,2
Фракция белка А, мг/100 см <sup>3</sup>	13,6	11,0
Полифенолы, мг/дм <sup>3</sup>	140	123
Вязкость, МПа·с	1,54	1,52
Цветность, ц. ед.	0,65	0,60
Кислотность, к. ед.	1,7	1,8
ТБЧ	27	24

Из таблицы видно, что опытное сусло выгодно отличается от контрольного по всем исследуемым показателям.

Сусло сбраживали дрожжами 34 расы. Ежедневно отбирали пробы и определяли в них массовую долю сухих веществ и количество дрожжевых клеток во взвешенном состоянии. Динамика брожения представлена на рисунке, из которого видно, что брожение опытных образцов протекало более интен-

сивно. В сусле, приготовленном с использованием аскорбиновой кислоты, наблюдалось и более активное размножение дрожжей: так, на вторые сутки сбраживания содержание дрожжевых клеток в контрольном сусле составило 27 млн/см<sup>3</sup>, в то время как в опытном — 39 млн/см<sup>3</sup>. Анализировали дрожжи после их съема. Результаты показали, что аскорбиновая кислота благоприятно влияет на физиологическое состояние дрожжей: содержание мертвых клеток снизилось на 6%, на 10% увеличилось число клеток с гликогеном.

Дображивали пиво в течение 21 сут. Анализ готового пива представлен в табл. 4.

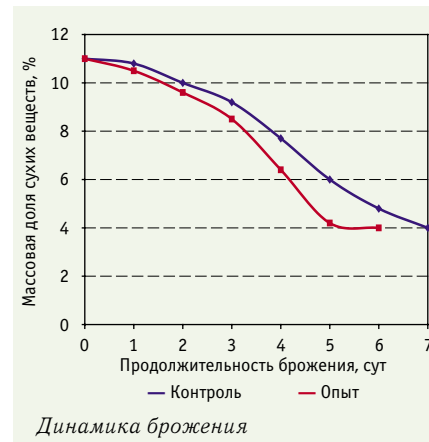
Таблица 4

Показатель	Контроль	Опыт
Экстрактивность начального сусла, %	11,0	11,0
Содержание спирта, % об.	4,20	4,58
Кислотность, к. ед.	2,0	2,1
Цветность, ц. ед.	0,53	0,50
Фракция белка А, мг/100 см <sup>3</sup>	8,9	7,0
Полифенолы, мг/дм <sup>3</sup>	120	104
Предел осаждения, см <sup>3</sup>	16	20
Прогнозируемая стойкость, мес	3	4
ПОК, %	52	77
Пена:		
высота, мм	60	70
стойкость, мин	5	6

Как видно из таблицы, опытное пиво характеризуется более высоким содержанием спирта, в нем меньше потенциальных мутеобразователей, более устойчивы пена и коллоидная система. Прогнозируемая коллоидная стойкость опытных образцов была на 30 дней больше. Восстанавливающую способность пива определяли модифицированным методом Штайнера и характеризовали по проценту обесцвечивания красителя 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия — ПОК. Эксперимент показал, что при внесении при затирании аскорбиновой кислоты восстанавливающая способность пива значительно повышается (ПОК увеличился на 25%), что прогнозирует более высокую вкусовую стабильность опытного пива.

Дегустационная оценка лабораторных образцов показала, что опытное пиво имеет чистый, полный, гармоничный вкус. Пиво, приготовленное с использованием аскорбиновой кислоты, получило отличную оценку.

Производственные испытания разработанного способа провели на Иркутском пивобезалкогольном комбинате и Тогучинском ПивВинкомбинате. Полученные в лаборатории ре-



зультаты полностью подтвердились в условиях производства: на обоих предприятиях наблюдали ускорение процесса фильтрования заторов, повышение выхода сусла и более глубокое его сбраживание, более высокую коллоидную и вкусовую стабильность пива. При дегустации опытно-промышленных образцов отмечено, что пиво, полученное с внесением при затирании аскорбиновой кислоты, имеет чистый гармоничный вкус, отличается мягкой хмелевой горечью, хорошей насыщенностью углекислотой и мелкодисперсной устойчивой пеной. Также на дегустации оценивали пиво, подвергнутое искусственному старению. Опытным образцам были присущи вкус и аромат свежего пива с едва ощутимыми тонами старения, в то время как контрольное пиво имело ярко выраженные вкус и аромат «старого» пива.

Таким образом, внесение в затор аскорбиновой кислоты активизирует и стабилизирует ферменты солода, ускоряет процесс фильтрования, увеличивает выход сусла и повышает его качество, интенсифицирует процесс сбраживания и способствует получению пива с повышенной вкусовой и коллоидной стабильностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова Е. Г., Киселева Л. В., Ленец Н. Г. Антиоксиданты для улучшения вкуса и стабильности пива//Пиво и напитки. 2004. № 2. С. 25.
2. Меледина Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. — СПб.: Профессия, 2003.
3. Иванова Е. Г. Изменение липидов в процессе пивоварения и их влияние на вкусовую стабильность пива//Пиво и напитки. 2003. № 3. С. 12–14.
4. Тим О'Рурк. Роль кислорода в пивоварении//Пиво и напитки. 2003. № 2. С. 24–26.
5. Химико-технологический контроль пивобезалкогольного производства/Р.А. Колчева, К.А. Калунянц, Л.А. Херсонова, А.И. Садова. — М.: Агропромиздат, 1988.