

2.1. Спиртовая, винодельческая и пивобезалкогольная продукция

УДК 663.533

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТЕАЗЫ НА ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРОЖЖЕВОГО СУСЛА

Т. М. Тананайко, канд. техн. наук, доцент; А. А. Пушкарь

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

В биотехнологии получения этанола по механико-ферментативной схеме водно-тепловой обработки наряду с совершенствованием процессов ферментативной деструкции крахмалсодержащего сырья решающее значение приобретает получение чистого посевного материала дрожжей с высокой бродильной активностью и обеспечение превалирования дрожжевой культуры в условиях неасептической ферментации.

Наиболее прогрессивным и рациональным технологическим приемом поддержания культуры спиртовых дрожжей в активном состоянии с высокой плотностью дрожжевой популяции является совмещение стадий протеолиза и доосахаривания дрожжевого сусла, что позволяет ускорить процесс развития посевного материала и интенсифицировать процесс сбраживания сусла.

Целью исследовательской работы являлось проведение сравнительной характеристики качества дрожжевого сусла, полученного по традиционной и по усовершенствованной технологии с применением направленного протеолиза.

Подготовку образца осахаренного сусла проводили на лабораторном ферментере ЛР-1 согласно регламентируемым технологическим режимам механико-ферментативной обработки сырья. Лабораторный ферментер ЛР-1 снабжен устройством для контроля температуры, нагревательным элементом, трехуровневой турбинной мешалкой и отбойниками для эффективного массопереноса. Частоту вращения мешалки поддерживали на уровне 55-60 об/мин.

Для разжижения, декстринизации и осахаривания сусла по низкотемпературной схеме механико-ферментативной обработки сырья использовались ферментные препараты бактериального и грибного происхождения: на стадии приготовления замеса вносили Амилекс 3Т в дозировке 0,4 ед. АС/г

условного крахмала и Вискоферм — 0,2 дм³/т сухих веществ зерна, на стадии осахаривания — Диазим Х4 — 7,4 ед. ГлС/г условного крахмала.

На доосахаривание дрожжевого сусла использовали Диазим Х4 из расчета 6,0 ед. ГлС/г условного крахмала.

Приготовление образца №1 осуществляли по традиционной технологии, при этом температуру процесса доосахаривания поддерживали на уровне 58-59 °С в течение 1,5 часов, корректировку активной кислотности не производили.

В случае образца №2 дополнительно вносили ферментный препарат кислой протеазы Alphalase FP2 производства компании DANISCO A/S (Дания) при дозировке 0,3 ед. ПС/г условного крахмала и эксперимент проводили в оптимальных условиях протеолиза, определенных в ходе ранее проведенных исследований [1, 2]: температура 52-53 °С, продолжительность выдержки 1,5 ч, активная кислотность 4,2. Корректировку pH осуществляли путем внесения серной кислоты. Каждый опыт дублировали три раза. Средние значения показателей качества дрожжевого сусла по результатам трех параллельных опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика показателей качества дрожжевого сусла

Показатели	Единица измерения	Результаты исследования			
		начальные параметры		конечные параметры	
		образец 1	образец 2	образец 1	образец 2
Видимая концентрация сухих веществ (СВ)	%	19,5	19,5	19,6	19,8
Редуцирующих веществ (РВ)	%	8,2	8,2	12,5	12,9
Растворимого белка	мг/см ³	14,8	14,8	15,3	26,8
Аминного азота	мг/100 см ³	19,4	19,4	22,0	50,2
Суммарное содержание свободных аминокислот	мг/см ³	4,30	4,30	4,96	7,74
Активная кислотность (pH)	ед.	5,8	4,2	5,8	4,2
Титруемая кислотность	°Д	0,20	0,60	0,20	0,60

Как видно из приведенных выше данных, применение направленного протеолиза в значительной степени увеличило уровень накопления аминного азота. Федюшкиной И. Л. отмечалось, что при переработке сусла повышенных концентраций для увеличения продуктивности дрожжевой культуры содержание аминного азота должно быть не менее 40 мг/100 см³ [3]. В результате оптимизированного гидролиза белков зерна ржи в опыт-

ном образце № 2 получен результат 50,2 мг/100 см³. При этом суммарное содержание свободных аминокислот в сравнении с контрольным образцом (без протеазы) выросло в 1,56 раза и достигло 7,74 мг/см³.

Проведение совместного протеолиза и доосахаривания способствует как общему росту растворимых веществ ржаного суслу, так и уровню накопления редуцирующих веществ в частности. В опытном образце № 2 содержание редуцирующих веществ достигло 12,9 % и превысило контроль в абсолютном выражении на 0,4 %, что свидетельствует о большем накоплении моносахаридов, в первую очередь глюкозы. Несмотря на более высокую температуру доосахаривания в контрольном варианте понижение активной кислотности суслу в образце с препаратом Alphalase FP2 до pH=4,2 способствовало смещению условий гидролиза суслу в область максимальной активности источника глюкоамилазы и, как следствие, повышенному накоплению редуцирующих веществ.

Для оценки потенциала протеолизированного дрожжевого суслу был исследован количественный и качественный аминокислотный состав опытных образцов суслу. Каждый опыт дублировали три раза. Средние значения по результатам трех параллельных опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Качественный и количественный состав аминокислот дрожжевого суслу

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, мг/см ³		
	начальное осахаренное суслу	подготовленное дрожжевое суслу	
		доосахаренное суслу	протеолизированное и доосахаренные суслу
Аланин	0,47	0,47	0,58
Валин	2,78	3,11	4,69
Глицин	0,07	0,07	0,21
Изолейцин	0,04	0,09	0,19
Лейцин	0,05	0,10	0,13
Пролин	0,00	0,00	0,05
Серин	0,14	0,18	0,38
Метионин	0,12	0,12	0,12
Фенилаланин	0,05	0,08	0,10
Аспарагиновая кислота	0,14	0,19	0,26
Глютаминовая кислота	0,23	0,26	0,44
Лизин	0,21	0,29	0,59
Суммарное количество аминокислот	4,30	4,96	7,74
% по отношению к осахаренному суслу	100	115	180

В настоящее время выявлены определенные закономерности в отношении скорости потребления и участия различных аминокислот в азотном обмене дрожжевой клетки. Установлено, что при брожении наиболее интенсивно потребляется практически весь метионин, на 85 % — лизин и гистидин, на 63 % — цистин, и только на 14 % используется пролин. Пролин может усваиваться дрожжами только в аэробных условиях, так как его метаболизм включает фазу катализа оксидазы.

По скорости потребления дрожжами аминокислоты делятся на 4 группы [4]:

- ♦ быстро абсорбируемые — серин, треонин, лизин;
- ♦ средне абсорбируемые — аргинин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, валин, метионин, лейцин, изолейцин;
- ♦ медленно абсорбируемые — гистидин, глицин, фенилаланин, тирозин;
- ♦ мало или вообще не абсорбируемые — аланина, пролин.

На основании этих данных был проведен сравнительный анализ исследуемых образцов дрожжевого суслу с точки зрения их абсорбции дрожжевыми клетками. В образце протеолизированного суслу основной прирост аминного азота суслу обеспечивался за счет быстро и средне абсорбируемых аминокислот: валина, серина, лизина, изолейцина, глутаминовой и аспарагиновой кислот.

Так, в образце с протеазой к 1,5 ч протеолиза содержание быстро абсорбируемых аминокислот серина и лизина составило 0,38 мг/см³ и 0,59 мг/см³, в то время как в образце, приготовленном по традиционной технологии, их концентрация находилась на уровне 0,18 мг/см³ и 0,29 мг/см³ соответственно, что в 2,1 и 2,0 раза меньше.

Средне абсорбируемые аминокислоты валин, изолейцина, глутаминовая и аспарагиновая кислоты составили основному прироста свободных аминокислот в процессе протеолиза, при этом превышение их концентрации в сравнении с контрольным образцом без обработки кислот протеазой составило 1,58 мг/см³, 0,10 мг/см³, 0,18 мг/см³ и 0,07 мг/см³ соответственно. Следует отметить, что наибольшее содержание в протеолизированном ржаном сусле приходилось на аминокислоту валин, что вполне согласуется с данными полученными Волковой С. В. при изучении аминокислотного состава ржаного суслу в сравнении с аминокислотным составом суслу других зерновых культур [5].

Среди медленно абсорбируемых аминокислот наибольший прирост для опытного образца, обработанного протеазой, отмечен у глицина, при этом его концентрация составила 0,21 мг/см³, в то время как в контрольном образце только 0,07 мг/см³, что в 3,0 раза меньше.

Суммарный прирост свободных аминокислот в образце суслу приготовленного с применением оптимизированного протеолиза по отношению к исходному осахаренному суслу составил 80,0 %, при этом в образце доосахаренного суслу по традиционной технологии — только 15 %.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволяют установить, что дрожжевое сусло, подготовленное с применением оптимизированного протеолиза, характеризуется высокими физико-химическими показателями качества. При этом создаются условия для активирования дрожжей в среде с повышенной концентрацией аминного азота, что предопределяет интенсивность биохимических процессов на стадии дрожжегенерации и сбраживания спиртового сусла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тананайко, Т. М. Результаты экспериментальных исследований по интенсификации производства спирта путем направленного использования эндогенных кислых протеаз / Т. М. Тананайко, Пушкарь А. А. // Пищевая промышленность: наука и технология. — 2009. — № 3(5). — С. 66-71.
2. Тананайко, Т. М. Интенсификация спиртового брожения путем направленного протеолиза зернового сырья / Т. М. Тананайко, А. А. Пушкарь // Перспективные биокатализаторы для перерабатывающих отраслей АПК: Сб. науч. трудов. — М.: ВНИИПБТ, 2010. — С. 274-284.
3. Федюшкина, И. Л. Интенсификация процессов сбраживания сусла путем активации спиртовых дрожжей: дис.... канд. техн. наук: 05.18.07 / И. Л. Федюшкина. — Кемерово, 2005. — 118 с.
4. Коновалов, С. А. Биохимия дрожжей / С. А. Коновалов. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 272 с.
5. Волкова, С. В. Технология производства пищевого этилового спирта на основе использования овса голозерного белорусской селекции: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.18.07 / С. В. Волкова; МГУП — Могилев, 2010. — 21 с.

УДК 663.479

НОВЫЕ ВИДЫ СИДРОВ, ОБОГАЩЕННЫЕ НЕЗАМЕНИМЫМИ НУТРИЕНТАМИ

Т. М. Тананайко, к. т. н., доцент; К. А. Александян;
Л. А. Ткачук; О. Л. Зубковская

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

Одна из основных причин преждевременного старения и наиболее опасных заболеваний человека — интенсификация свободно-радикальных процессов в организме.

Поддержать систему антиоксидантной защиты можно за счет регулярного употребления пищевых продуктов и напитков, лекарственных растительных препаратов, биологически активных добавок, обладающих высо-