

НАПРАВЛЕННЫЙ ПРОТЕОЛИЗ ДРОЖЖЕВОГО СУСЛА КАК ОСНОВА ИНТЕНСИВНОГО СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА

*Т.М. Тананайко, канд. техн. наук, доцент, А.А. Пушкарь
РУП «Научно-практический центр Национальной академии Беларуси
по продовольствию» г. Минск, Беларусь*

Введение

Низкотемпературный механико-ферментативный способ обработки сырья активно внедряется в нашей республике и странах СНГ. В Республике Беларусь 7 предприятий отрасли уже перешли на работу по низкотемпературным схемам. Максимальные температурные диапазоны по низкотемпературным схемам производства находятся на уровне 89–105 °С, при этом экономится от 1,0 до 6,0 кг острого пара в сравнении с высокотемпературными схемами производства с рабочим диапазоном температур 120–155 °С.

Вместе с тем, специалисты спиртовой отрасли промышленности, работая по низкотемпературным схемам производства, испытывают ряд трудностей при переработке зернового сырья. Причиной этому служат в первую очередь:

- особенности отечественной сырьевой базы (сложная для переработки культура – рожь) из-за присутствия слизиобразующих веществ, повышающих вязкость перерабатываемых технологических сред, ухудшающих качество ферментативного гидролиза и последующей ферментации сусла дрожжевыми клетками;

- недостаточная микробиологическая чистота и культура ведения процесса производства;

- низкая плотность дрожжевой культуры (100-120 млн. клеток/мл) засевных дрожжей;

- не правильно подобранные технологические режимы отдельных стадий технологического процесса.

Уже сегодня предприятиями отрасли совместно со специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (далее – Центр) на отдельных стадиях технологического процесса внедрены новые современные ферментные препараты, действующие не только на крахмал, но и на остальные биополимеры сырья (белки, некрахмалистые полисахариды) [1, 2]. Применение комплекса ферментов, действующих на весь комплекс биополимеров зерна, позволило четырем из семи передовых предприятий отрасли повысить концентрации перерабатываемых сред с 15,0-17,0 до 18,0-20,0 %, тем са-

мым увеличить производительность предприятий на 8-12% и снизить энергоемкость производства на 2,0-4,0 %.

При этом следует отметить, что повышение концентраций перерабатываемых технологических сред еще больше усугубило положение предприятий по вышеперечисленным проблемам. Специалистами отрасли отмечаются регулярные отклонения нормируемых технологических показателей производства, увеличение продолжительности процессов сбраживания суслу с 72 часов до 75-80 часов, фиксируется значительное нарастание кислотности в процессе сбраживания суслу, ухудшается качество конечного продукта, увеличиваются накопление токсичных микропримесей в спирте.

Основная часть

Интенсификация процессов дрожжегенерации, поддержание культуры спиртовых дрожжей в активном состоянии с высокой плотностью дрожжевой популяции позволяет повысить эффективность спиртового производства, ускорить процессы разбраживания и главного брожения суслу, сократить потери спирта и сырья. В связи с этим представляется перспективной и актуальной разработка технологии направленного применения протеолитических ферментных препаратов, позволяющей максимально эффективно задействовать белковые полимеры зернового сырья, обогатить суслу легкоассимилируемыми источниками азота, нарастить высокую концентрацию засевных дрожжей, и, как следствие, ускорить процесс спиртового брожения.

Для протеолитических ферментных препаратов понятия узкой и широкой специфичности являются относительными. Все они гидролизуют пептидные связи, хотя ни один из них не гидролизует все пептидные связи белковой молекулы, поэтому глубина гидролиза каждого индивидуально-го белка различна [3, 4]. Проведение исследований по использованию протеолитических препаратов в технологии этанола позволит разработать теоретическую базу для повышения эффективности их использования в конкретном контексте разрабатываемой или существующей технологии.

Цель проводимых исследований – изучение путей интенсификации процесса спиртового брожения с помощью направленного применения кислой эндогенной протеазы.

Объектами исследования служила рожь (урожая 2008 года), как наиболее перерабатываемая зерновая культура в спиртовом производстве Республики Беларусь, протеолитический препарат грибного происхождения «Алфалаза FP2», сухие дрожжи «Фермиол» и «Этанол Рэд».

«Альфалаза FP2» – кислый протеолитический ферментный препарат (кислая эндопептидаза), полученная в результате ферментации штамма *Aspergillus niger*. Отличительной особенностью «Альфалаза FP2» являет-

ся свойство легко и эффективно гидролизовать большинство белков различных зерновых субстратов.

В таблице 1 приведена характеристика исследуемого ферментного препарата по данным фирмы-производителя.

Таблица 1 – Характеристика ферментного препарата

Препарат	Фирма – производитель	Продуцент	Активность ед. ПС/мл исходного препарата	Оптимум	
				температуры	pH
Альфааза FP2	Danisko A/S (подразделение Genenkor International B.V., Дания)	<i>Aspergillus niger</i>	1200	60	3,0

При традиционной характеристике ферментных препаратов, установление оптимума температуры, pH и других кинетических параметров проводится с использованием стандартного субстрата. Однако в промышленных условиях и в условиях конкретной технологии спиртового производства в качестве субстрата выступает сложная гетерогенная система, а это приводит к изменению основных кинетических параметров ферментативной реакции. В частности, в технологии этанола – это многокомпонентная система, представляющая собой смесь зернового помола и воды. Состав данного субстрата оказывает влияние на характер протекания процесса протеолиза и изменяет оптимальные значения температуры и pH.

Поэтому исследование гидролитической способности «Альфаазы FP2», с использованием в качестве растительного сырья зерна ржи представляет большой интерес.

Протеолитическая активность определялась модифицированным методом Ансона. При определении в качестве субстрата использовался – измельченное зерно ржи, характеризующееся 100% проходом через сито $d=1$ мм, смешанное с водой в соотношении помол : вода – 1:4.

Так, при изучении влияния pH на активность исследуемых ферментных препаратов установлено, что оптимум pH при гидролизе белков зернового субстрата для препарата «Альфааза FP2» сдвигается область pH равную 3,5-3,8. Причем при pH=3,0, который по данным фирмы-изготовителя является оптимальным для действия «Альфаазы FP2» на стандартном субстрате, ферментный препарат, действующий на зерновой субстрат, сохранял около 75% своей активности. Следует также отметить, что в области pH равной 4,0-4,3 протеаза проявляет 80-70 % активности, что является значительным результатом и может быть использовано в технологии направленного протеолитического гидролиза.

При исследовании влияния температуры на активность ферментного препарата установлено, что температурный оптимум для действия «Альфа-лазазы FP2» на зерновом субстрате совпадает с данными заявленными производителем и составляет 58-60 °С. При этом контроль стабильности фермента с выдержкой при температуре 60 °С в течение часа показал сохранение около 50-55 % активности от первоначальной, в течение 2 часов – 35-40%. Следует отметить, что выдержка фермента на зерновом субстрате при 52-53 °С в течение часа показала сохранение активности на уровне 93-95%, в течение 2 часов – 87-90 %.

Современные приемы и методы использования кислых протеаз в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя и исследованиями проведенными специалистами ГНУ ВНИИ пищевой биотехнологии РАСХН предполагает внесение препаратов на стадию осахаривания и/или сбраживания сырья. Полученные результаты позволяют говорить о значительных перспективах данных способов использования протеаз, при этом следует отметить, сокращение продолжительности сбраживания до 42-48 часов [5]. Однако использование протеолитических препаратов в дозировке 0,6-0,9 ед. ПС/г крахмала перерабатываемого производственного сусла и высокая дороговизна данных препаратов требует поиска путей наиболее их рационального использования с максимальных эффектом.

Исследования по применению ферментных препаратов протеолитического действия на стадии приготовления замеса показали низкую перспективность данного приема, так как приводит к прямым потерям сахара и свободных аминокислот, вследствие реакций меланоидинообразования, протекающих на последующей стадии гидроферментативной обработки сырья. Кроме этого следует отметить непродолжительное время экспозиции фермента в процессе приготовления и водно-тепловой обработки замеса в зоне оптимальных для действия протеазы температур [1, 6].

С целью интенсификации процесса производства спирта, увеличения плотности дрожжевой популяции высокой бродильной активности, увеличения аминокислотного пула дрожжевых клеток и удлинения времени экспозиции кислой протеазы интересным представляется вариант применения «Альфа-лазазы FP2» на стадии доосахаривания. При этом данная стадия протеолиза является промежуточной с дальнейшим ее протеканием на самой стадии дрожжегенерации и последующей стадии сбраживания.

По литературным данным известно, что рН оптимум препаратов глюкоамилазы находится в интервале 4,5-5,0, при этом при рН=4,2-4,3 препарат сохраняет значительную часть своей активности около 93-95%. [7]. На основании этих данных, а также результатах исследования по рН и температурной активности «Альфа-лаза FP2» на зерновом субстрате было пред-

ложено провести совмещенный протеолиз и доосахаривание при pH 4,2-4,3 и температуре суслу 52-53 °С, с целью его обогащения свободными аминокислотами, моно- и дисахаридами.

Для разжижения, декстринизации и осахаривания суслу по низкотемпературной схеме гидроферментативной обработки сырья использовались ферментные препараты бактериального и грибного происхождения «Амилекс 3Т» в дозировке 0,4 ед. АС/г условного крахмала, «Диазим Х4» – 7,4 ед. ГлС/г условного крахмала, «Ламинекс ВГ2» – 0,2 дм³/г сухих веществ зерна. Полученное сусло охлаждали до 52-53 °С, при необходимости корректировали активную кислотность внесением ортофосфорной кислоты, в образцы 2-6 вносили протеазу, образец 1 (без протеазы) использовали как контрольный. На доосахаривание дополнительно вносили «Диазим Х4» в количестве 5,0 ед. ГлС/г условного крахмала.

Дозировку ферментного препарата «Алфалаза FP2» при постановке экспериментов осуществляли по общей протеолитической активности.

В полученных образцах контролировали изменение видимой концентрации сухих веществ суслу, изменение содержания редуцирующих веществ и аминного азота (метод формольного титрования) [8].

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты совмещенного протеолиза и доосахаривания суслу

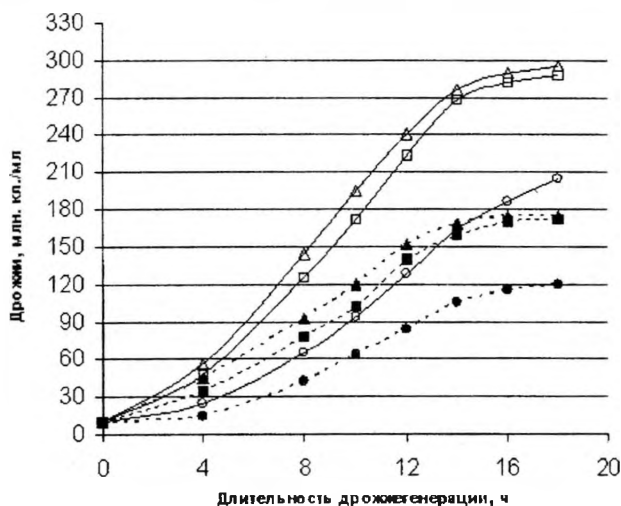
Варианты образцов			Начальные параметры осахаренной массы				Продолжительность гидролиза (протеолиз и доосахаривание)								
№	дозировка Альфалазы FP2	ед. измерения	pH	СВ, %	РВ, %	Аминный азот, г/100 см ³	1 ч			2 ч			3 ч		
							СВ, %	РВ, %	Аминный азот, г/100 см ³	СВ, %	РВ, %	Аминный азот, г/100 см ³	СВ, %	РВ, %	Аминный азот, г/100 см ³
1	--	ПС/г крахм	5,8	19,5	11,5	23	19,6	16,5	24	19,6	17,3	26	19,6	17,5	26
2	0,4	ПС/г крахм	5,8	19,5	11,6	23	19,8	16,9	45	19,8	17,7	55	19,8	18,1	62
3	0,1	ПС/г крахм	4,2	19,5	11,5	22	19,7	16,8	37	19,7	17,9	57	19,8	18,2	68
4	0,2	ПС/г крахм	4,2	19,5	11,5	22	19,8	16,9	55	19,8	18,0	95	19,9	18,2	112
5	0,3	ПС/г крахм	4,2	19,5	11,5	22	19,8	17,0	70	19,8	18,1	135	19,8	18,3	143
6	0,4	ПС/г крахм	4,2	19,5	11,6	23	19,9	17,0	80	19,9	18,2	148	19,9	18,3	152

На основании полученных данных можно сделать вывод, о том что во всех образцах с применением протеазы зафиксировано значительное увеличение содержания аминного азота, при этом в образцах 5 и 6 (дозировка протеазы – 0,3 и 0,4 ед. ПС/г крахмала соответственно) оно было макси-

малым. Применение совмещенного протеолиза и доосахаривания способствовало наиболее интенсивному накоплению редуцирующих веществ, а также незначительному увеличению видимой концентрации сухих веществ, причиной этому может служить определенный синергизм действия препаратов протеазы и глюкоамилазы. Для образцов 5 и 6 отмечается практически равное количество редуцирующих веществ на 2 и 3 часа совмещенного гидролиза, что может служить основанием для выбора продолжительности процесса гидролиза в пределах 2 часов во избежание возможного развития посторонних микроорганизмов спиртового брожения.

Для оценки эффективности накопления биомассы дрожжей был проведен засев сусле образцов 1, 5, 6 сухими дрожжами «Фермиол» и «Этанол Ред». Сухие дрожжи после восстановления тургора задавали из расчета их начального содержания в сусле 10 млн. кл./мл. и культивировали при температуре 28-30 °С. Предварительно в сусле дополнительно вносили карбомид из расчета 0,6 г на литр.

Результаты роста числа клеток приведены на рисунке 1.



- Образец 1 (контроль, без протеазы, Фермиол)
- Образец 5 (Доизровка протеазы 0,3 ед. ПСА крахмала, Фермиол)
- ▲--- Образец 6 (Доизровка протеазы 0,4 ед. ПСА крахмала, Фермиол)
- Образец 1* (контроль, без протеазы, Этанол Ред)
- Образец 5* (Доизровка протеазы 0,3 ед. ПСА крахмала, Этанол Ред)
- ▲— Образец 6* (Доизровка протеазы 0,3 ед. ПСА крахмала, Этанол Ред)

Рисунок 1 – Динамика накопления дрожжевой биомассы

Как видно из представленного рисунка в образцах с применением «Алфалазы FP2» для обеих рас дрожжей зафиксировано значительное накопление уровня биомассы. Так, на 12 часов культивирования для дрожжей «Этанол Рэд» подсчет числа клеток показал превышение в сравнении с контрольным образцом 1" в 1,8-1,9 раза, для дрожжей «Фермиол» – 1,6-1,8. Количество мертвых клеток для «Этанол Рэд» с протеазой находилось на уровне 0,7-0,9%, в контроле – 1,5%, для дрожжей «Фермиол» с протеазой – 0,5-0,6%, в контрольном образце – 1,0%. Клетки с протеазой находились в лучшем физиологическом состоянии, имели четкую округлую форму и хорошую упитанность по гликогену. Отброды на 12-14 часов для образцов с протеазой находились на уровне 1/2 от первоначальной концентрации сухих веществ суслу.

Следует отметить, что для обеих рас дрожжей к 12-14 часам дрожжегенерации происходило выравнивание числа клеток при расходах протеазы в дозировке 0,3 и 0,4 ед. ПС/г крахмала. Данный факт говорит о достаточности насыщении суслу аминным азотом уже при дозировке «Алфалазы FP2» 0,3 ед. ПС/г крахмала.

Оценка бродильной активности дрожжей по зимазной и мальтазной активности в сравнение с контрольными вариантами без протеазы (образец 1 и 1") показала увеличение зимазной активности в образцах 5 и 5" в 1,5-1,7 раза, мальтазной – 1,2-1,4 раза соответственно.

Контроль протеолитической активности в образцах 5 и 5" ферментного препарата «Алфалазы FP2» показал сохранение около 70-78% активности введенной в сусло.

Для оценки влияния предложенного способа применения протеолитического ферментного препарата на процесс спиртового брожения осуществлено сбраживание образцов суслу А, В, С, приготовленных согласно общей процессуальной схеме, приведенной на рисунке 2.

Для разжижения, декстринизации по низкотемпературной схеме гидроферментативной обработки сырья при приготовлении образцов суслу А, В, С использовались ферментные препараты «Амилекс 3Т» в дозировке 0,4 ед. АС/г условного крахмала, «Ламинекс ВG2» – 0,2 дм³/г сухих веществ зерна, для осахаривания суслу – «Диазим Х4» – 7,4 ед. ГлС/г условного крахмала.

В случае варианта А в сусло для дрожжегенерации вносили дополнительно «Диазим Х4» – 5,0 ед. ГлС/г условного крахмала, охлаждали до 52–53 °С, корректировали активную кислотность внесением ортофосфорной кислоты до рН = 4,2, вносили протеазу в дозировке 0,3 ед. ПС/г крахмала, доосахаривали, проводили дрожжегенерацию, готовые производственные дрожжи вносили в осахаренное сусло в количестве 10% от объема сбраживаемого суслу. Производили сбраживание суслу при температуре 28–30 °С.

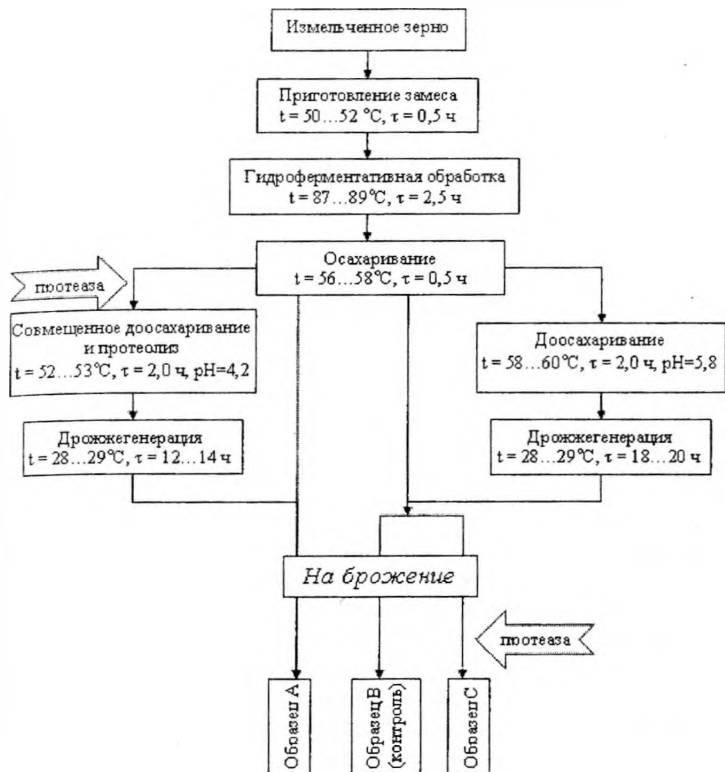


Рисунок 2 – Общая процессуальная схема эксперимента

Предложенный способ применения «Алфалазы FP2» на стадии совмещенного доосахаривания и протеолиза в дозировке 0,3–0,4 ед. ПС/г крахмала дрожжевого сула при норме засева производственных дрожжей 10 % позволяет установить общий расход протеазы на перерабатываемый объем крахмала производственного сула на уровне 0,03–0,04 ед. ПС/г крахмала.

В образцах В и С приготовление производственных дрожжей проводили согласно регламентируемому способу, при этом на доосахаривание дополнительно вносили «Диазим Х4» – 5,0 ед. ГлС/г условного крахмала, корректировку pH до 3,9–4,0 перед внесением маточных дрожжей осуществляли ортофосфорной кислотой. Готовые производственные дрожжи вносили в осахаренное суло в количестве 10 % от объема сбраживаемого сула, при этом в образец С задавали «Алфалазу FP2» из расчета 0,04 ед. ПС/г

крахмала. Образец В (без протеазы) использовали как контрольный. Производили сбраживание суслу при температуре 28-30 °С.

Сбраживание осуществляли дрожжами «Фермиол».

Результаты экспериментальных данных процесса спиртового брожения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние направленного применения кислой протеазы на процесс спиртового брожения

Образец	Концентрация СВ суслу, %	Показатели спиртового брожения										Выход спирта % к контролю
		Количество дрожжевых клеток				Содержание углеводов, %						
		10 ч		18 ч		60 ч		66 ч		72 ч		
		млн./мл	% почк.	млн./мл	% почк.	Собщ.	Ср	Собщ.	Ср	Собщ.	Ср	
А	19,5	72	30	132	12	0,21	0,15	0,12	0,07	0,12	0,07	101,4
Вк	19,5	42	15	85	9	1,20	0,98	0,77	0,64	0,49	0,34	100,0
С	19,5	54	22	117	16	0,77	0,64	0,43	0,32	0,25	0,2	100,5

Экспериментально полученные данные подтверждают, что применение протеазы на стадии дрожжегенерации (образец А) значительно интенсифицирует процесс брожения в сравнении с использованием протеазы непосредственно на стадии сбраживания (образец С) или контролем (образец Вк).

В опытном образце А, где протеазу использовали на стадии дрожжегенерации, отмечено ускорение роста и размножения дрожжей: к 10 часам сбраживания количество дрожжевых клеток было в 1,6 раза больше в сравнении с образцом В (без протеазы) и в 1,3 раза – в сравнении с образцом С (протеаза внесена на брожение), к 18 часам – в 1,5 и 1,1 раза соответственно. Интенсивное развитие и размножение дрожжевых клеток подтверждает их хорошее физиологическое состояние и высокую бродильную активность. Отмечено также более высокое содержание почкующихся клеток. Все это отразилось на интенсивности всего процесса сбраживания, при этом предлагаемый способ применения кислой протеазы обеспечивал глубокое выбраживание суслу уже к 60 часам и соответствовал показателям, достигнутым при применении протеазы на стадии брожения, к 72 часам. Дальнейшее продления процесса способствовало глубокому сбраживанию углеводов среды с одновременным увеличением выхода конечного продукта.

Заключение

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о значительной эффективности предложенного способа применения источника кислой эндогенной протеазы.

Совмещенный протеолиз и доосахаривание сусла позволяют интенсифицировать процесс доосахаривания, обогатить сусло легкоусвояемым азотным питанием, интенсифицировать процесс дрожжегенерации до 12–14 часов, получить высокую плотность дрожжевой популяции. Дрожжевые клетки, выращенные на сусле с ферментным препаратом «Алфалазы FP2», отличаются повышенной бродильной активностью и улучшенным физиологическим состоянием. Сохранение ферментным препаратом «Алфалазы FP2» 70–78% от первоначальной протеолитической активности к концу процесса дрожжегенерации, позволяет говорить о перспективном пролонгированном протеолизе на последующей стадии сбраживания.

Предложенный способ применения протеазы интенсифицирует процесс брожения и обеспечивает глубокое выбраживание концентрированного сусла с 60 часам.

Таким образом, интенсификация процесса сбраживания, увеличения объема спирта за счет использования более качественных засевных дрожжей, обеспечивающих глубокое выбраживание среды, экономии зернового сырья при наращивании дрожжевой биомассы обеспечат снижение себестоимости целевого продукта.

Литература

1. Тананайко, Т.М. Влияние технологических параметров на активность микробных протеаз в процессе получения ржаного сусла / Т.М. Тананайко [и др.] // Инновационные технологии в пищевой промышленности: часть 1, сб. докл. VII Международ. научн.- практ. конф., Минск, 2-3 окт., 2008 г. / науч.- практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Минск, 2008.- С.76 – 83.

2. Тананайко, Т.М. Изучение эффективности использования ферментных препаратов Сан Супер 360 Л, Вискоферм в спиртовой промышленности / Т.М. Тананайко [и др.] // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств: часть 1, сб. докл. VI Международ. научн.-техн. конф., Минск, 2-3 окт., 2007 г. / науч.- практ. центр НАН Беларуси по продов., редкол.: З.В. Ловкис [и др.]. – Несвиж, 2007. – С.277–281.

3. Рид Дж. Ферменты в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 416 с.

4. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология. Кн.2. Переработка растительного сырья / Под ред. И.М. Грачевой. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.

5. Римарева Л.В., Оверченко М.Б. Роль протеаз в спиртовом брожении / Л.В. Римарева., М.Б. Оверченко // Микробные биокатализаторы для пере-

рабатывающих отраслей АПК, сб. науч. трудов., Москва, 2006 г / ВНИИПБТ, редкол.: В.А.Поляков, Л.В. Римарева.– Москва, 2006. – С.127–137.

6. Дячкина А.Б. Роль эндогенных и микробных протеаз в процессе получения и сбраживания ржаного суслу: Дис. ... канд. техн. наук: 03.00.04 / А.Б. Дячкина. – М., 2005. – 150 с.

7. В.А Маринченко, В.А. Смирнов, Б.А. Устинников. Технология спирта. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 416 с.

8. Рухлядева А.П. Технохимический контроль спиртового производства. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 355 с.

Аннотация

Интенсификация процессов дрожжегенерации, поддержание культуры спиртовых дрожжей в активном состоянии с высокой плотностью дрожжевой популяции позволяет повысить эффективность спиртового производства, ускорить процессы разбраживания и главного брожения суслу, сократить потери спирта и сырья.

Цель проводимых исследований – изучение путей интенсификации процесса спиртового брожения с помощью направленного применения кислой эндогенной протеазы.

В ходе проводимых исследования установлена высокая эффективность совмещенного протеолиз и доосахаривание суслу, позволяющая интенсифицировать процесс доосахаривания, обогатить суслу легкоусвояемым азотным питанием, интенсифицировать процесс дрожжегенерации до 12-14 часов, получить высокую плотность дрожжевой популяции. Дрожжевые клетки, выращенные на сусле с ферментным препаратом «Алфалазы РР2», отличаются повышенной бродильной активностью и улучшенным физиологическим состоянием. Предложенный способ применения протеазы интенсифицирует процесс брожения и обеспечивает глубокое выбраживание концентрированного суслу к 60 часам.

DIRECTED PROTEOLYSIS A BARMY MASH AS A BASIS INTENSE A WAY OF MANUFACTURE OF SPIRIT

T.M. Tananajko, A.A. Pushkar

RUE «Scientifically-practical centre of National academy of Belarus on the foodstuffs» Minsk, Belarus

In article the intensification of processes of cultivation of yeast, maintenance of culture spirit yeast in an active condition with high density of barmy population that allows raising efficiency spirit manufactures is considered, to reduce spirit and raw materials losses.

The purpose of spent researches - studying of ways of an intensification of process spirit fermentation by means of the directed application sour endogenous protease.

During carried out researches high efficiency of the combined hydrolysis of fibers and the broken off starch is established, allowing to intensify process of preparation of a mash with the high maintenance of sugar, to enrich a mash with a nitric food, to intensify process of reproduction of yeast till 12-14 o'clock. to receive high density of barmy population. The barmy cages which have been grown up on a mash with a fermented preparation «Alphalase FP2», differ the raised barmy activity and the improved physiological condition. The offered way of application protease intensifies process of fermentation and provides deep fermenting out the concentrated mash by 60 o'clock.

УДК 664.7:636.085.55

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРАХМАЛА

Л.В. Рукишан, кандидат технических наук, доцент

А.А. Ветошкина

*УО «Могилевский государственный университет продовольствия»,
г. Могилев, Беларусь*

Введение

В Республике Беларусь картофель – основной вид сырья для производства крахмала. Химический состав картофеля зависит от сорта, способов возделывания, почвенно-климатических условий, длительности и условий хранения. Анализируя данные, приведенные в литературе [1, 2, 3, 4], химический состав картофеля (%) можно представить в следующем виде: вода – 76,0; сухие вещества – 24,0, в том числе крахмал – 17,9, сахара – пентозаны и пектиновые вещества – 1,5; целлюлоза – 1,0; азотистые вещества – 2,0; карбоновые кислоты – 0,6; жир – 0,1, минеральные вещества – 1,0; прочие – 0,6. Содержание крахмала в картофеле колеблется в широких делах (8-30%). Из сахаров в картофеле содержатся сахароза, глюкоза и фруктоза. Азотистые вещества картофеля представлены белками, аминокислотами, амидами и азотистыми основаниями. Отношение белкового азота к небелковому азоту в клубнях обычно составляет 2:1 или 1:1.

Известно, что на крахмало-паточных предприятиях из картофеля извлекается 82-86% крахмала, а в виде побочных продуктов при этом получают мезга и клеточный сок.

Клеточный сок картофеля, обладая определенной питательной ценностью, в перспективе может быть использован на различные цели. Однако