

Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ
(ВНИИПБТ)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФЕРМЕНТНЫЕ
ПРЕПАРАТЫ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ И КОРМОВ

Сборник научных трудов

Под редакцией
академика Россельхозакадемии В.А.Полякова
члена-корреспондента Россельхозакадемии Л.В.Римаревой

Москва
2014

УДК 663.1
ББК 36.87
П 26

*Рецензент: Л.А.Иванова – доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВПО Московского государственного университета
пищевых производств*

П 26 Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов. – М.: ВНИИПБТ, 2014. - 429 с.

Под редакцией В.А.Полякова, Л.В.Римаревой

Книга посвящена перспективным направлениям исследований в области создания и использования современных биокаталитических технологий в перерабатывающих отраслях АПК, в т.ч. созданию новых штаммов-продуцентов ферментов и других БАВ, получению высокоактивных биологических катализаторов, способствующих существенному увеличению выхода, улучшению качества и продлению сроков хранения готовой продукции в бродильных, кондитерской, хлебопекарной, крахмалопаточной, молочной, сыродельческой, мясоперерабатывающей и других отраслях АПК. Большое внимание уделено радикальным изменениям функционально технологических свойств растительного, животного и микробного сырья под действием ферментного биокатализа на различных стадиях переработки, что открывает широкие возможности создания принципиально новых продуктов с различным структурно-фракционным составом и функциональными свойствами.

Сборник составлен по материалам VII Международного научно-практического симпозиума «Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов», где были рассмотрены и обсуждены результаты последних исследований в области селекции микроорганизмов – продуцентов ферментов и других биологически активных веществ, биосинтеза ферментативных систем различного спектра действия, биокатализа полимеров сельскохозяйственного и микробного сырья, обобщены основные достижения по созданию ферментных технологий для АПК.

Сборник предназначен для научных исследователей и специалистов в области пищевой биотехнологии, руководителей, технологов и инженеров предприятий микробиологических и перерабатывающих отраслей АПК, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений по специальностям «Биотехнология», «Бродильные производства», «Энзимология», «Ферментативный катализ».

ISBN 978-5-9905114-1-5

УДК 663.1
ББК 36.87

© ВНИИПБТ, 2014

© В.А.Поляков, Л.В.Римарева, 2014

Дыдыкин А.С., Губина А.А., Курбатова Е.И. Побор фермента специфичного к бычьему сывороточному альбумину с целью создания гипоаллергенных мясных продуктов детского питания.....	159
Минаев М.Ю., Батаева Д. С. Перспективы применения маркерной селекции КРС для получения активных форм фермента кальпаина, участвующего в процессе созревания мяса.....	165
Серба Е.М., Оверченко М.Б., Игнатова Н.И., Рачков К.В., Римарева Л.В., Поляков В.А. Влияние баротермического воздействия на эффективность процесса ферментативной деструкции внутриклеточных структур дрожжей.....	170
Мартыросова Е.И., Гребенкина Н.А., Плащина И.Г. Действие алкилрезорцинов на хитолитическую активность лизоцима и папаина.....	177
Чурсин В.И. Окислительная трансформация лигносульфонатов в присутствии лакказы	185
Шаймерденов Ж.Н., Сакенова Б.А. Оптимальные параметры ферментной гидратации подсолнечного масла.....	192
Темирова И.Ж., Сакенова Б.А. Получение комбинированных жиров методом энзимной перезтерификации.....	196
Свиридова Т.В., Корнеева О.С., Шуваева Г.П., Назаров Д.А. Исследование гидролитической активности дрожжей <i>Kluveromyces marxianus</i>	203
Курбатова Е.И., Соколова Е.Н., Борщева Ю.А., Постникова В.Е., Шишков В.А., Римарева Л.В. Изучение влияния состава ферментативных систем на степень деструкции клеточной стенки дрожжей для создания биопрепаратов с функциональными свойствами.....	206

Раздел 4

СОВРЕМЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЯХ АПК

*Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Серба Е.М., Игнатова Н.И.,
Шелехова Н.В., Веселовская О.В.*

Влияние ферментативных комплексов на процессы глубокой
переработки зернового сырья в ресурсосберегающей технологии
спирта..... 213

Шиян П.Л., Мудрак Т.О., Боярчук Я.А.

Влияние температуры и рН на гидролиз биополимеров зерновых
замесов при использовании кислотостойких ферментных
препаратов в спиртовом производстве..... 220

Поляков В.А., Степанов В.И., Иванов В.В., Шариков А.Ю., Амелякина М.В.

Термомеханические и биохимические процессы совместной
переработки зернового сырья и спиртовой барды в технологии
получения комовых добавок..... 230

Бобренева И.В., Мерников Д.А., Степанов В.И., Иванов В.В.

Повышение качества нативной клейковины путем использования
метода термопластической экструзии..... 237

Бобренева И.В., Мерников Д.А., Степанов В.И., Шариков А.Ю.

Сравнительная оценка соевого текстурата и текстурата клейковины,
полученного методом термопластической экструзии..... 242

Шуваев П. В., Мотина Е. А., Корнеева О. С.

Использование углеводных гидролизатов для получения
биомассы молочнокислых бактерий (МКБ)..... 248

Кузнецова Л.И., Сурмач Э.М.

Применение заквасок и заварок в технологии кексов из ржаной муки 252

Дубровская Н.О., Кузнецова Л.И., Парахина О.И.

Целесообразность использования современных загустителей
в рецептуре безглютенового хлеба..... 257

Толмачева И.П., Богатырева Т.Г., Белявская И.Г., Быковченко Т.В.

Ферментация ячменной муки в технологии хлебобулочных изделий.. 263

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И pH НА ГИДРОЛИЗ БИОПОЛИМЕРОВ ЗЕРНОВЫХ ЗАМЕСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КИСЛОТОСТОЙКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В СПИРТОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Шиян П.Л., Мудрак Т.О., Боярчук Я.А.

Национальный университет пищевых технологий, г.Киев, Украина

Ключевые слова: замес, ферментный препарат, сусло, концентрация, дрожжи, зрелая бражка, органические примеси

Аннотация

Приведены результаты исследований по содержанию растворимых углеводов и нерастворенного крахмала в разжиженных замесах и при биоконверсии сусла, полученных с использованием мультиэнзимного комплекса кислотостойких ферментных препаратов в зависимости от pH и температуры термоферментативной обработки крахмалосодержащего сырья. С точки зрения эффективности биоконверсии составных зернового сырья и обеспечения микробиологической чистоты полупродуктов оптимальное значение pH составляет 3,8 – 4,0, продолжительность обработки — 180 мин.

С использованием разных ферментов при pH 3,6 - 4,5 в бражный дистиллятах уменьшается содержание эфиров на 15%, высших спиртов и органических кислот на 6 и 43% соответственно.

В технологии спирта с крахмалосодержащего сырья приоритетным направлением является исследование и разработка инновационных энерго-и ресурсосберегающих технологий, которые позволяют снизить температуру термоферментативной обработки замесов из крахмалосодержащего сырья и обеспечивать более глубокий гидролиз биополимеров зерна за счет использования комплексных ферментных препаратов селективного действия [1].

Снижение температуры разжиженных замесов не позволяет полностью инактивировать контаминирующую микрофлору, на последующих стадиях технологического процесса может быть источником повышенной кислотности спиртовой бражки и, соответственно, послеспиртовой барды, фильтрат которой используется для приготовления замесов. В результате снижения pH замесов инактивируются ферменты, снижается бродильная активность дрожжей, уменьшается удельный выход спирта, ухудшается его качество.

Кислотное антисептирование сусла на стадии дрожжегенерации обеспечивает устойчивый антибактериальный эффект. Однако на других

стадиях технологического процесса кислотное антисептирование не используется в связи с ингибированием гидролитических ферментов.

В последнее время микробиологическая промышленность начала производство кислотостойких ферментных препаратов, способных гидролизовать биополимеры крахмалосодержащего сырья при низких значениях pH — 3,4...4,5. В связи с этим появилась возможность использования кислотного антисептирования на стадии водно - тепловой и термоферментативной обработки крахмалосодержащего сырья.

Кроме того, по данным Сапронова, Харина, повышение концентрации водородных ионов при водно-тепловой обработке сырья, соответствующего pH 3,5 обеспечивает минимальную температурную деструкцию глюкозы в интервале температур 80...120 °C. В связи с этим следует ожидать, что водно-тепловая и термоферментативная обработка сырья при пониженной кислотности (pH 3,6...4,0) положительно повлияет на удельный выход спирта [2].

Поддержание такой кислотности особенно эффективно при переработке ржи, дефектного зерна, в котором содержатся значительное количество сахаров и гемицеллюлоз.

Целью исследований было определение оптимальных условий гидролиза биополимеров углеводсодержащего сырья при пониженных значениях температуры и pH.

Исследовались комплексы кислотостойких ферментных препаратов, которые сохраняют высокую ферментативную активность при pH 3,4 ... 5,0 - Amylex HT (α -амилаза), Diazyme SG (глюкоамилаза), Alphasase AFP (протеаза), Laminex (ксиланаз) - фирма «Даниско».

Как сырье использовали кукурузу и рожь. Исследования проводили в трехкратной повторности.

При внедрении термоферментативной обработки зерновых замесов и кислотостойких ферментных препаратов определяющим условием является степень измельчения зерна.

Согласно рекомендации фирмы замесы из кукурузы готовили со степенью измельчения - 95%-ным проходом частиц помола через сито с отверстиями диаметром 0,6 мм. Концентрация сухих веществ суслу - 20%.

Замесы из ржи готовили со степенью измельчения - 85%-ным проходом через сито с отверстиями диаметром 1,0 мм. Концентрация сухих веществ суслу - 18%.

Оптимум действия кислотостойкой α - амилазы по данным производителя ферментных препаратов зависит от вида сырья и находится в пределах 49 ... 51 ° C для ржи и 60 ... 63 ° C для кукурузы. Учитывая то, что клейстеризация крахмала ржи происходит при температуре 55 ... 60 ° C, а кукурузы - 65 ... 68 ° C [3, 4], исследование эффективности процесса разжижения проводилось и при вышеуказанных температурах в течение 90 и 180 минут при pH 3,4 ... 5,0 . Значение pH корректировали внесением раствора серной кислоты. Ферментные препараты задавались в следующем

количестве : α - амилаза - 0,075 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,5 ед. АС / г крахмала ;
 глюкоамилаза – 5,0 ед. ГлС / г крахмала; протеазы - 0,035 ед. ПС / г сырья ;
 ксиланазы 4,0 ед. КС / г сырья .

Содержание общих и растворимых углеводов определяли фотоэлектро -
 колориметрическим методом с антроновым реактивом .

Отмечено, что в процессе приготовления замесов при пониженных
 значениях pH (3,4-4,5) с резким повышением температуры разжижения до 68
 ° С для кукурузы и 60 ° С - для ржи наблюдалось значительное повышение
 вязкости замеса. Это явление вероятно обусловлено коагуляцией белков с
 последующей адсорбцией на них ферментов, что и приводит к снижению
 гидролитической активности α -амилазы [4]. Поэтому при приготовлении
 замеса при указанной температуре повышение ее проводили постепенно.

Исследование влияния pH замеса на степень гидролиза крахмала
 кислотостойкой α -амилазой (Amylex НТ) позволили определить оптимальное
 значение pH (таблицы 1, 2). Для кукурузы и ржи оптимальное pH находится в
 пределах 3,8 ... 4,0.

С увеличением продолжительности термоферментативной обработки
 замеса с 90 мин. до 180 мин. увеличивается содержание водорастворимых
 углеводов в среднем на 25,5% и 35,8% для кукурузы и ржи соответственно
 (табл. 1, 2). Это связано с температурной деструкцией оболочки крахмальных
 зерен и более свободному доступу фермента крахмала [3].

**Таблица 1 Влияние pH замеса на степень разжижения крахмала
 кукурузы**

№ опы- тов	Условия опыта: концентрация α -амилазы 0,4 ед. АС / г крахмала	Продолжительность разжижения, мин			
		90		180	
		Водораство- римые углероды, г/100 см ³	Нерство- римый крахмал, г/100 см ³	Водораство- римые углероды, г/100 см ³	Нераство- римый рахмал, г/100 см ³
1	3,4	3,50	9,49	4,85	7,68
2	3,6	3,74	9,48	4,94	7,68
3	3,8	3,94	8,92	5,08	3,26
4	4,0	3,95	8,92	5,10	3,43
5	4,5	3,94	8,90	5,09	3,46
6	5,0	3,94	8,92	5,83	2,89

Таблица 2 Влияние pH замеса на степень разжижения крахмала ржи

№ опы-тов	Условия опыта: концентрация α -амилазы 0,4 ед. АС / г крахмала	Продолжительность разжижения, мин			
		90		180	
		Водорастворимые углеводы, г/100 см ³	Нерастворимый крахмал, г/100 см ³	Водорастворимые углеводы, г/100 см ³	Нерастворимый крахмал, г/100 см ³
1	3,4	3,50	9,49	4,85	7,68
2	3,6	3,74	9,48	4,94	7,68
3	3,8	3,94	8,92	5,08	3,26
4	4,0	3,95	8,92	5,10	3,43
5	4,5	3,94	8,90	5,09	3,46
6	5,0	3,94	8,92	5,83	2,89

В таблицах 3, 4 приведены влияние температуры при термоферментативной обработке замеса и количества кислотостойкой α -амилазы на степень разжижения крахмала.

С увеличением расхода α -амилазы с 0,075 ед. АС / г до 0,4 ед. АС / крахмала возрастает концентрация водорастворимых углеводов. Дальнейшее повышение концентрации α -амилазы не дает заметного эффекта.

Таблица 3 Влияние температуры термоферментативной обработки замеса на степень гидролиза крахмала кукурузы

№ опы-тов	Условия опыта: pH замеса 4,0		Продолжительность разжижения, мин			
			90		90	
	Температура разжижения крахмала, °С	Количество α -амилазы, ед. АС / г крахмала	Водорастворимые углеводы, г/100 см ³	Нерастворимый крахмал, г/100 см ³	Водорастворимые углеводы, г/100 см ³	Нерастворимый крахмал, г/100 см ³
1	60	0,075	0,68	15,40	1,61	14,39
2		0,2	2,48	1,04	3,33	9,65
3		0,4	3,50	6,01	4,20	5,18
4		0,5	3,61	6,30	4,38	4,98
5	68	0,075	1,42	14,65	5,08	3,51
6		0,2	3,96	8,87	5,12	3,37
7		0,4	4,69	6,36	5,13	3,29
8		0,5	4,72	6,25	5,21	3,25

С повышением температуры разжижения замеса кислотостойкой α -амилазой с 60 °С до 68 °С для кукурузы и с 50°С до 60°С для ржи увеличивается концентрация водорастворимых углеводов в разрезанном замесе в среднем в 1,7 и 1,9 раза для кукурузы и ржи соответственно (табл. 3, 4).

Аналогичные исследования нами были проведены по гидролизу биополимеров сырья с использованием ферментных препаратов Amylex HT (α -амилаза), Diazyme SG (глюкоамилаза), а также дополнительных ферментных препаратов Laminex (ксиластаза) и Alphasase AFP (протеаза). Гидролиз ржаного замеса проводили 180 мин. при температуре 60°С, осахаривания - 30 мин. при температуре 55°С. Дополнительные ферментные препараты вносили на стадии осахаривания замесов.

Таблица 4 Влияние температуры термоферментативной обработки замеса на степень гидролиза крахмала ржи

№ опы- тов	Условия опыта: рН замеса 4,0		Продолжительность разжижения, мин			
	Температура разрежения крахмала, °С	Количество α - амилазы, ед. АС / г крахмала	90		180	
			Водораство- римые углероды, г/100 см ³	Нераство- римый крахмал, г/100 см ³	Водораство- римые углероды, г/100 см ³	Нераство- римый крахмал, г/100 см ³
1	50	0,075	0,59	13,94	1,08	14,53
2		0,2	1,52	12,80	2,04	11,97
3		0,4	2,45	10,35	3,35	7,91
4		0,5	2,23	10,15	3,48	7,85
5	55-60	0,075	0,98	13,24	4,20	5,45
6		0,2	3,28	8,51	5,29	2,80
7		0,4	4,32	5,21	5,30	2,79
8		0,5	4,41	5,12	5,45	2,64

На основе проведенных исследований (табл. 5) установлено, что добавление в разжиженное сусло протеолитического фермента Alphasase AFP способствовало снижению содержания нерастворенного крахмала на 25% по отношению к контролю, а использование комплекса Alphasase AFP + Laminex - на 65%.

При использовании дополнительных ферментных препаратов протеазы и ксиланазы вязкость сусла снижалась почти на 20% по сравнению с контролем (табл. 5).

Таблица 5 Влияние ферментных комплексов на показатели сусле из ржи

№ опы-тов	Условия опыта: Концентрация α -амилазы 0,4 ед. АС / г крахмала, глюкоамилазы 5,0 ед. ГлС / г крахмала		Концентрация углеводов, г / 100см ³			Концент-рация аминного азота, мг/100 см ³	Вяз-кость, Па · с
	Концентра-ция протеазы, ед. ПС / г сырья	Концентра-ция ксилаказы, ед. КС / г сырья	Водо-раство-римых	Общих	Нераство-римый крахмал		
1	контроль		11,20	11,80	0,54	7,00	3,20
2	0,035	-	11,35	11,80	0,40	10,80	2,83
3	-	4,0	11,27	11,85	0,52	7,42	2,75
4	0,035	4,0	11,60	11,81	0,19	11,20	2,55

Использование протеолитических ферментов и ксиланазы способствует также повышению в сусле концентрации аминного азота, в среднем, на 37,0% по сравнению с контрольным образцом. Повышение концентрации аминного азота в сусле способствует биосинтезу дрожжевой биомассы в бражке и повышению удельного выхода спирта в связи с тем, что в процессе биосинтеза дрожжи используют не только углеводы сырья, но и аминный азот [3].

Проведены также исследования по определению влияния продолжительности термоферментативной обработке замесов из ржи при температуре 60 °С и различных значениях рН на кислотообразующую микрофлору.

Определение уровня микробной контаминации разваренной, массы проводили путем высева проб на чашки Петри с мясоептонным агаром. Чашки инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 3 суток.

На основе проведенных исследований (табл. 6) установлено, что с понижением рН субстрата от 5,0 до 3,4 уже через 30 мин. разжижения наблюдается снижение его контаминации.

Особенно резкое снижение колоний бактерий в замесах происходило при рН 3,8-3,4. С повышением продолжительности обработки до 90 мин. уже при рН 4,0 наличие колоний не отмечено. При этом ферментные препараты сохраняли высокую активность, которая характеризовалась большим содержанием сброженных углеводов и декстринов в сусле.

Таблица 6 Влияние рН на кислотообразующую микрофлору

№ п/п	Условия опыта: рН разреженного сусла	Количество колоний			
		Продолжительность обработки, мин.			
		30	60	90	180
1	6,2 (контроль)	25	15	10	5
2	5,0	15	8	4	2
3	4,5	8	4	2	0
4	4,0	3	1	0	0
5	3,8	1	0	0	0
6	3,6	0	0	0	0
7	3,4	0	0	0	0

Таким образом, кислотостойкая α -амилаза (Amylex HT) позволяет перерабатывать зерновые замеси с пониженной кислотностью при температуре разжижения для ржи - до 60 °С, для кукурузы - до 68 °С. При этом степень дисперсности помола должна быть для ржи не менее 85% прохода через сито с отверстиями диаметром 1,0 мм, а для кукурузы - не менее 95% прохода через сито с отверстиями диаметром 0,6 мм.

Для более полного гидролиза биополимеров сырья, уменьшения вязкости сусла и повышение концентрации в нем аминокислот, целесообразно использовать протеазу (Alphalase AFP) в количестве 0,035 ед. ПС / г сырья и ксиланазу (Laminex) в количестве 4,0 ед. КС / г сырья.

Увеличение времени продолжительности термоферментативной обработки сырья до 180 мин. улучшает деструкцию крахмальных зерен и положительно влияет на микробиологическую чистоту производства.

На основе полученных данных гидролиза биополимеров крахмалсодержащего сырья проведены исследования по влиянию мультисубстратных комплексов кислотостойких ФП на биоконверсию сусла.

Исследовались комплексы ФП для сбраживания сусла из кукурузы: Amylex HT, Diazyme SG и Alphalase AFP. При сбраживании сусла из ржи: Amylex HT, Diazyme SG, Alphalase AFP, Laminex.

Сусло готовили из кукурузы и ржи с концентрацией сухих веществ 20% и 18% соответственно, рН замеса поддерживали на уровне 3,8. Амилолитические ферменты задавали из расчета Amylex HT - 0,4 ед. АС / г крахмала Diazyme SG - 5,0 ед. ГлС / г крахмала. Для сбраживания сусла использовали осефильный и термотолерантный штамм дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* ДО-11.

Исследования проводили в трехкратной повторности.

Полученные результаты показали, что использование вышеупомянутых комплексных ферментных препаратов селективного действия обеспечивает

более глубокую биоконверсию зернового сырья и увеличивают удельный выход спирта (табл. 7).

Таблица 7 Химико-технологические показатели бражки из ржи в зависимости от комплекса дополнительных ферментных препаратов

№ опытов	Условия опыта: Концентрация ФП		рН бражки	Концентрация углеводов в бражке, г/100 см ³				Концентрация этилового спирта, % об.	Количество дрожжевых клеток, млн/см ³
	протеазы, ед. ПС / г сырья	ксилаказы, ед. КС / г сырья		водораство- римых	общих	нерастворимый крахмал	спиртораство- римых		
кукуруза									
1	Контроль		3,65	0,15	0,27	0,11	0,02	9,57	180
2	0,035	-	3,68	0,13	0,25	0,10	0,02	9,62	190
рожь									
3	Контроль		3,70	0,25	0,39	0,13	0,07	8,81	200
4	0,035	-	3,69	0,18	0,30	0,10	0,06	8,84	230
5	-	0,40	3,70	0,19	0,31	0,11	0,07	8,82	218
6	0,035	0,40	3,69	0,16	0,27	0,09	0,06	8,89	247

Так, при сбраживании суслу из кукурузы с использованием протеазы в зрелой бражки концентрация растворенных углеводов, нерастворенного крахмала, спирторастворимых углеводов уменьшается в среднем на 13,3 %; 4,6 % и 8,7 %, соответственно, концентрация спирта увеличивалась в среднем на 0,5 %.

Рожь отличается от других зерновых культур значительным содержанием белковых и гуммих - веществ, что обуславливает высокую вязкость суслу и ухудшает его технологические свойства и затрудняет процессы гидромеханической и термоферментативной обработки ржаных замесов. В связи с этим при приготовлении суслу из ржи кроме протеолитических ферментов использовалась ксиланаза. Результаты исследований приведены в таблице 7.

При использовании ферментных препаратов селективного действия (опыт № 6), концентрация растворенных углеводов, нерастворенного крахмала спирторастворимых углеводов уменьшалась в среднем на 34,0 % ; 24,6 % и 7,1 % соответственно , концентрация спирта увеличилось на 0,9 %.

При использовании комплексов ферментных препаратов селективного действия увеличивается концентрация дрожжевых клеток в бражке. Особенно это заметно при переработке ржи. Это свидетельствует о повышении физиологической активности спиртовых дрожжей при использовании аминного азота, который образуется в процессе гидролиза белковых веществ.

Органолептические свойства ректификованного спирта формируют органические примеси, состав и концентрация которых в зрелой бражке зависит от вида сырья, технологии водно-тепловой и термоферментативной обработки зерновых замесов (рН, температуры) композиций и свойств ферментных препаратов, и т.п.

Исследовался качественный и количественный состав органических примесей бражных дистиллятов из ржи, полученных с использованием вышеприведенных ферментных препаратов при различных значениях рН от 3,6 до 4,5.

Как контроль использовали бражные дистилляты, полученные при применении ферментных препаратов TEGAMYL HS77L и TEGAMYL GA400L фирмы «TEGAFERM».

Результаты исследований приведены в таблице 8.

Таблица 8 Содержание органических примесей в бражных дистиллятах при сбраживании ржаного сусла в зависимости от рН

№ опытов	pH замеса	Концентрация летучих компонентов, мг/дм ³											органические кислоты, г/дм ³	
		альдегиды	эфиры					высшие спирты						
			ацетальдегид	метилацетат	этилацетат	изоамилацетат	сумма по группе	метанол, % об. × 10 ³	н-пропанол	изобутанол	н-бутанол	изоамиловый спирт		н-пентанол
1	Контр 5,0	76,9	8,4	11,80	5,44	102,54	0,11	4,49	14,7906	0,27	146,8	1,41	167,8	4,20
2	3,6	63,4	5,6	13,71	1,62	84,33	0,03	4,79	11,8378	0,30	129,2	0,39	146,5	2,21
3	3,8	69,3	5,8	13,14	1,68	89,02	0,16	4,69	13,8034	0,33	137,2	0,51	156,6	2,25
4	4,0	71,1	6,6	13,34	2,10	93,14	0,13	4,77	14,4038	0,32	137,0	0,82	157,3	2,38
5	4,2	78,1	6,6	16,51	5,21	106,42	0,15	4,80	14,6240	0,36	152,3	0,84	172,4	2,56
6	4,5	78,1	7,3	19,55	5,77	110,72	0,14	4,31	15,4702	0,36	138,4	0,81	159,4	3,08

Установлено, что при снижении pH до 3,8 ... 4,0, который является оптимальным при использовании кислотоустойчивых ферментных препаратов происходит уменьшение в среднем концентрации ацетальдегида - на 10 %, суммы эфиров - на 15 % ; несущественно увеличивается концентрация метилового спирта ; концентрация высших спиртов и органических кислот уменьшается на 6 % и 43 % соответственно.

Снижение концентрации органических примесей спирта в бражных дистиллятах позволяет снизить энергозатраты на их выделения, концентрирование в процессе брагоректификации и положительно влияет на качественные показатели товарного спирта.

Таким образом установлено, что использование кислотостойких ферментных препаратов при сбраживании суслу из крохмалсодержащего сырья обеспечит не только высокую микробиологическую чистоту полупродуктов производства, а и регламентированные показатели спиртовых бражек.

Литература

1. Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія. — К.: Видавничий дім «Асканія», 2009, — 424 с.
2. Сапронов Н.Р., Харин С.Е. Влияние температуры и pH на кинетику разложения глюкозы. — Сахарная промышленность, 1967, №6, с. 55-60.
3. Римарева Л.В. Теоретические и практические основы биотехнологии дрожжей. — М.: ДеЛи принт. 2010. — 251 с.
4. Громов С.И., Пыхова С.В., Голубева А.Д. Исследование режимов приготовления концентрированного суслу при механико-ферментативной обработке с использованием различных ферментных препаратов. Тезисы «Микробные биокатализаторы для перерабатывающих отраслей АПК»/ Под ред. ВА Полякова, А.В. Римаревой, Москва, ВНИИПБТ, 2006, с. 141-148.
5. Жеребцов Н.А. Амилолитические ферменты в пищевой промышленности. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984, — 160 с.