

УДК 663.533

П.Л. ШИЯН, доктор технічних наук

Т.О. МУДРАК, кандидат технічних наук

П.М. БОЙКО, кандидат технічних наук

Г.В. ЄРМАКОВА, науковий співробітник ПНДЛ

Національний університет харчових технологій

ВПЛИВ МУЛЬТИЕНЗИМНОГО КОМПЛЕКСУ ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ НА БІОКОНВЕРСІЮ БІОПОЛІМЕРІВ В СПИРТОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Досліджено вплив комплексних ферментних препаратів (ФП) на ступінь біоконверсію біополімерів зернової сировини. Наведені хіміко-технологічні показники зрілих бражок, отриманих із використанням комплексів ФП селективної дії і стабілізатора активності ферментів іонів Ca^{++} . Із використанням різних ферментів при рН 3,6 – 4,5 в бражних дистилятах зменшується вміст естерів на 15 %, вищих спиртів і органічних кислот на 6 і 43 % відповідно.

Ключові слова: *сусло, дріжджі, фермент, зріла бражка, органічні домішки.*

Исследовано влияние комплексных ФП на степень биоконверсии биополимеров зернового сырья. Приведены химико-технологические показатели зрелых бражок, полученных с использованием комплексов ФП селективного действия и стабилизатора активности ферментов ионов Ca^{++} . С использованием разных ферментов при рН 3,6 – 4,5 в бражных дистилятах снижается содержание эфиров на 15 %, высших спиртов и органических кислот на 6 и 43 % соответственно.

Ключевые слова: *сусло, дрожжи, фермент, зрелая бражка, органические примеси.*

The influence of complex enzyme preparations (EP) on the degree of bioconversion of grain raw material biopolymers is researched.

The chemical and technological indexes of fermented washes with the use of EP complexes of selective effect and an activity stabilizer of ion Ca^{++} enzymes are given. With the use of different enzymes at pH 3,6 – 4,6 in wash distillates, the content of esters is decreased by 15 %, higher alcohols and organic acids – by 6 and 43 %, respectively.

Keywords: must, yeasts, enzyme, fermented wash, organic admixtures.

Амілолітичні ФП у спиртовому виробництві гідролізують крохмаль зернової сировини, але не забезпечують повноцінного суслу як живильного середовища для нормального розвитку та життєдіяльності дріжджів. Це зв'язано з тим, що на відміну від солоду амілолітичні ФП в своєму складі не містять в достатній кількості інших ферментативних систем, які здатні гідролізувати білкові речовини і некрохмальні полісахариди. Таким чином, при використанні ФП мікробного походження спостерігається уповільнення процесу обміну речовин дріжджової клітини.

Досліджувались комплекси ФП фірми «Даніско»: Amylex HT (α -амілаза); Diazyme SG (глюкоамілаза); Alphasase AFP (протеаза) та Laminex (ксиланаза) у наступних комбінаціях.

При зброджуванні суслу із кукурудзи:

- Amylex HT, Diazyme SG та Alphasase AFP.

При зброджуванні суслу із жита:

- Amylex HT, Diazyme SG, Alphasase AFP;
- Amylex HT, Diazyme SG, Laminex;
- Amylex HT, Diazyme SG, Alphasase AFP, Laminex.

Сусло готували із кукурудзи та жита з концентрацією сухих речовин 20 % та 18 відповідно при гідромодулі 1÷3 та 1÷3,5, рН замісу підтримували на рівні 3,8.

Амілолітичні ферменти задавали із розрахунку Amylex HT – 0,2 од. АЗ/г крохмалю та Diazyme SG – 5,0 од. ГЛЗ/г крохмалю.

Дослідження проводили у трикратній повторності.

Отримані результати показали, що використання вищезгаданих комплексних ФП селективної дії забезпечує більш глибоку біоконверсію зернової сировини та збільшують питомий вихід спирту (табл. 1).

Таблиця 1

Хіміко-технологічні показники бражки із жита залежно від комплексу додаткових ФП

№ дослідів	Умови дослідів: Концентрація ФП		рН бражки	Концентрація вуглеводів в бражці, г/100 см ³				Концентрація спирту, % об.	Кількість дріжджових клітин, млн/см ³
	протеази, од. ПЗ/г сировини	ксиланази, од. КЗ/г сировини		розчинених	загальних	нерозчиненого крохмалю	спирторозчинних		
кукурудза									
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
жито									
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 зброджуванні суслу із кукурудзи з використанням протеази в дозрілих бражках концентрація розчинених вуглеводів, нерозчиненого крохмалю, спирторозчинних вуглеводів зменшується в середньому на 13,3 %; 4,6 % та 8,7 % відповідно, концентрація спирту збільшувалась в середньому на 0,5 %.

Жито відрізняється від інших зернових культур значним вмістом білкових і гумі-речовин, що обумовлює високу в'язкість суслу і погіршує його технологічні властивості та ускладнює технологічні процеси гідромеханічної та термоферментативної обробки житніх замісів. У зв'язку з цим при приготуванні суслу із жита крім протеолітичних ферментів використовувалась ксиланаза. Результати досліджень наведені у таблиці 1.

При використанні ФП селективної дії (дослід №6), концентрація розчинених вуглеводів, нерозчиненого крохмалю та спирторозчинних вуглеводів зменшувалася в середньому на 34,0 %; 24,6 % та 7,1 % відповідно, концентрація спирту збільшилась на 0,9 %.

При використанні комплексів ФП селективної дії збільшується концентрація дріжджових клітин в бражках. Особливо це помітно при переробленні жита. Це свідчить про підвищення фізіологічної активності спиртових дріжджів, а також при використанні амінного азоту, який утворюється при гідролізі білкових речовин для біосинтезу дріжджових клітин.

Попередніми дослідженнями встановлено, що при гідролізі крохмалю кислотостійкою α -амілазою Amylex HT із зниженням рН замісу до 3,8 відбувається часткова інактивація α -амілази, яка зростає із збільшенням експозиції термоферментативної обробки.

Інтенсивність кислотної інактивації ферменту залежить від концентрації іонів Ca^{++} в середовищі. Навіть невелика їх концентрація сприяє підвищенню стабільності α -амілази. Внесення в субстрат іонів Ca^{++} не впливають на активність ферменту, а лише виконує захисну роль у конформації молекули фермент-субстратного комплексу [1].

Подальші дослідження були спрямовані на визначення впливу Ca^{++} на зброджування суслу, отримано із кукурудзи та жита за умовами дослідів 2 та 6 таблиці 1.

Як джерело іонів Ca^{++} використовували сіл CaCl_2 , яку вносили в заміс із розрахунку $278,0 \text{ г/м}^3$ ($100 \text{ г/м}^3 \text{ Ca}^{++}$) та $330,0 \text{ г/м}^3$ ($120 \text{ г/м}^3 \text{ Ca}^{++}$). В таблиці 2 наведені результати досліджень.

При концентрації в замісах іонів Ca^{++} 100 г/м^3 зменшується концентрація розчинених, нерозчинених та спирторозчинних вуглеводів для кукурудзи в середньому на 21,0 %; 10,4 % та 43,8 % відповідно, для жита – на 12,1 %; 6,7 % та 35,8 % відповідно. Концентрація спирту в дозрілих бражках збільшується в середньому на 0,7 %.

Вплив Ca^{++} на хіміко-технологічні показники бражки

№ дослідв	Умови дослідв: Концентрація ФП		рН бражки	Концентрація вуглеводів в бражці, г/100 см ³				Концентрація спирту, % об.	Кількість дріжджових клітин, млн/см ³
	Сировина	Ca^{++} , г/м ³		розчинених	загальних	нерозчиненого крохмало	спирторозчинних		
1	Кукурудза	-	3,70	0,12	0,23	0,11	0,03	10,19	180
2		100	3,66	0,09	0,20	0,09	0,02	10,26	169
3		120	3,65	0,09	0,20	0,10	0,02	10,27	169
4	Жито	-	3,74	0,36	0,48	0,10	0,07	9,49	195
5		100	3,72	0,32	0,43	0,10	0,04	9,56	174
6		120	3,75	0,32	0,42	0,09	0,04	9,57	174

Подальше збільшення концентрації іонів Ca^{++} до 120 г/м³ практично не впливало на хіміко-технологічні показники дозрілої бражки. Тому концентрацію Ca^{++} 100 г/м³ при досліджуваних умовах можна вважати за оптимальну.

Органолептичні властивості ректифікованого спирту формують органічні домішки, склад і концентрація яких в дозрілих бражках залежить від виду сировини, технології водно-теплової та термоферментативної обробки зернових замісів (рН, температури) композицій та властивостей ФП, тощо.

Досліджувався якісний і кількісний склад органічних домішок бражних дистилятів з жита, отриманих з використанням вищенаведених ФП при різних значеннях рН від 3,6 до 4,5.

Оцукрене сусло зброджували осмофільними термотолерантних штамом дріжджів ДТ-090. Як контроль використовували бражні дистиляти, отримані при застосуванні ферментних препаратів Termamil SC та San Super 240 L [2].

Результати досліджень надані у таблиці 3.

**Вміст органічних домішок в бражних дистилятах при зброджуванні
житнього суслу залежно від рН**

№ дослідів	рН замісу	Концентрація летких компонентів, мг/дм ³												Органічні кислоти, г/дм ³
		альде- гиди	естери					вищі спирти						
		ацетальдегід	метиацетат	етилацетат	ізоамілацетат	сума по групі	метанол, % об. × 10 ³	н-пропанол	ізобутанол	н-бутанол	ізоаміловий спирт	н-пентанол	сума по групі	
1	Контр.	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

Висновки. Встановлено, що при зниженні рН до 3,8...4,0, який є оптимальним при використанні кислотостійких ФП відбувається зменшення в середньому концентрації ацетальдегіду – на 10 %, суми естерів – на 15 %; несуттєво збільшується концентрація метилового спирту; концентрація вищих спиртів та органічних кислот зменшується на 6 % та 43 % відповідно.

Зменшення концентрація органічних домішок спирту в бражних дистилятах дозволяє знизити енерговитрати на їх вилучення та концентрування в процесі брагоректифікації і позитивно впливає на якісні показники товарного спирту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жеребцов Н.А. Амилолитические ферменты в пищевой промышленности. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 160 с.
2. Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів ТР-00032744-812–2002.

Передано 03. 02.2012р. до друку у російському виданні