

О.С. Гродзіцька, Л.Я. Паляниця, Н.І. Березовська, Р.Б. Косів, О.В. Швабюк
Національний університет “Львівська політехніка”

РОЛЬ ЦЕЛЮЛАЗ У БІОКОНВЕРСІЇ ЖИТА ДО СПИРТУ

© Гродзіцька О.С., Паляниця Л.Я., Березовська Н.І., Косів Р.Б., Швабюк О.В., 2008

Досліджено вплив целюлолітичних ферментних препаратів на показники житнього суслу та склад бражок. Доведено, що використання целюлолітичних ферментних сприяє збільшенню виходу спирту з тонни умовного крохмалю.

The influence of cellulases on proofs of wort from rye and composition of ferment is investigated. It is proved that the use of cellulases promote to increase exit of spirit from the ton of conventional starch.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими завданнями. Основними джерелами біотехнологічної переробки у спиртовому виробництві є злакові культури, зокрема пшениця, жито, кукурудза, просо, сорго та ін., які відрізняються за структурними особливостями зернівки та її хімічним складом. З метою економії дорогої рослинної сировини постає завдання комплексної переробки за рахунок використання усіх компонентів зерна. У технології спирту вирішення питання утилізації целюлозовмісних видів рослинної сировини не лише відкриває перспективу розширення асортименту сировини, але й уможливорює повніше використовувати некрохмальні полісахариди зерна, які, будучи потенційними джерелами зброджуваних вуглеводнів, фактично не беруть участі в процесі біосинтезу спирту. Для продуктивної конверсії целюлозовмісних субстратів необхідні високоефективні ферментні препарати целюлолітичної дії, що відповідають вимогам відповідного біотехнологічного процесу.

Жито на відміну від пшениці характеризується підвищеним вмістом гумі-речовин та геміцелюлоз. Останні спричиняють важче подрібнення зерна, підвищують в'язкість замісів, чим ускладнюють загалом перероблення житнього зерна. В основі будови геміцелюлоз лежать лінійні ланцюги із глюкози, до яких примикають бокові ланцюги β -глюкана, ксилоли і арабінози. Від розчинних гумі-речовин геміцелюлози відрізняються нерозчинністю у воді і величиною молекули. Під дією ферментів геміцелюлози підлягають гідролізу з утворенням глюкози, ксилоли, арабінози і більш високомолекулярних продуктів гідролізу типу декстринів.

Тому актуальним залишається вивчення ролі ферментних препаратів, які гідролізують некрохмальні полісахариди, у переробці зернової сировини до спирту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботи [1–5] розглядають вплив целюлолітичних ферментних препаратів у технології етанолу із зернової сировини. Результати досліджень вказують на їх важливу роль у процесі приготування суслу та подальшого його зброджування. Використання целюлаз дає змогу підвищувати вміст спирту в бражці. Авторами [3] встановлено, що використання на стадії оцукрювання додатково целюлолітичних ферментних препаратів – Целюкласт, Ультрафло та Ліквімеш – дає можливість покращувати реологічні властивості житнього суслу. При додаванні Ультрафло Л [4] знижується в'язкість суслу у 1,6 раза, збільшується концентрація етанолу та вміст розчинених вуглеводів у бражці. Аналіз одержаних результатів вказує на необхідність подальших досліджень, скерованих на підвищення біоконверсії зернової сировини.

Постановка задачі. Робота продовжує цикл досліджень із вдосконалення технології спирту.

Мета роботи. Дослідження ролі целюлолітичних ферментних препаратів у процесах низькотемпературного ферментативного гідролізу некрохмальних компонентів жита до етилового спирту.

Об'єктами досліджень були: ферментні препарати Альфазин Т7-Л, Глюкозин V5-Л, Целюзин D4-Л, Целюлоза GC-440, Ультрафло L, Віскозим L, Шеарзим 500; жито (помол \approx 100 % прохід через сито діаметром 1 мм, крохмалистість – 51,08 %; вологість – 14,0 %); спиртові товарні сухі дріжджі.

Аналіз показників одержаного суслу за участю вищеперелічених ферментних препаратів та показників бражки проводили за стандартними методиками.

Джерелом α -амілази для ферментативного гідролізу жита вибрано ферментний препарат Альфазин Т7-Л, глюкоамілази – препарат Глюкозин V5-Л, целюлаз – препарати Целюзин D4-Л, Целюлоза GC-440, Ультрафло L, Віскозим L, Шеарзим 500.

Процес розрідження проводили за температури 85–90 °С протягом 120 хв, оцукрювання замісу – за температури 50 °С протягом 10 хв і зброджування – за температури 33 °С протягом 72 год. Целюлолітичні ферментні препарати вносили на стадії оцукрювання. Варіанти експериментів подано у табл. 1.

Таблиця 1

Варіанти експериментів

Ферментний препарат	Дозування ФП, мл/т крохмалю	1	2	3	4	5	6
Альфазин Т7-Л	600	+	+	+	+	+	+
Глюкозин V5- L	1000	+	+	+	+	+	+
Целюзин D4-Л	125		+				
Целюлаза GC-440	125			+			
Ультрафло L	125				+		
Віскозим L	150					+	
Шеарзим 500	30						+

Встановлено, що використання вищевказаних целюлаз веде до покращання реологічного стану суслу (рис. 1) та залежить від природи введеного целюлолітичного ферментного препарату. Максимальне значення в'язкості відповідає контрольному варіанту (без целюлаз) і становить 0,857 Па·с. Мінімальна в'язкість суслу – 0,060 Па·с, що у 7,3 раза нижча порівняно з контролем, спостерігалася у випадку застосування Ультрафло L. Одержані результати з препаратом Ультрафло L і амілолітичними – Альфазин Т7-Л та Глюкозин V5-Л стосовно контролю є значно кращими порівняно з отриманими в [3]. Використання додаткових ферментних препаратів целюлолітичної дії: Целюзину D4-Л, Целюлази GC-440 та Шеарзим 500 веде до зниження в'язкості суслу у 6,3, 4,0 та 3,13 раза відповідно.

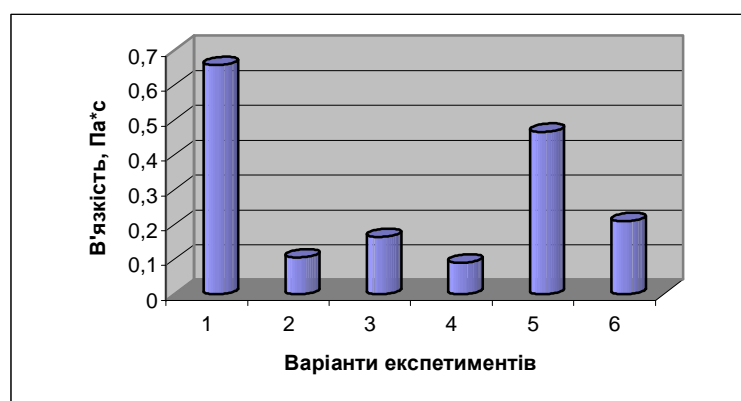


Рис. 1. Вплив целюлолітичних ферментних препаратів на в'язкість житнього суслу

Очевидно, що під час ферментативного гідролізу за участю целюлаз відбувається зміна складу полісахаридів в бік збільшення низькомолекулярних фракцій і підвищується рухомість замісів. Віскозим L порівняно з іншими ферментними препаратами менш ефективний для цього виду сировини, оскільки знижує в'язкість у 1,2 раза.

Вміст сухих речовин в контрольному варіанті (без целюлаз) становив 19,0 мас. %. При використанні целюлолітичних ферментних препаратів вміст сухих речовин в суслі був майже однаковим в межах 19,0–19,1 мас. %.

Отже, за результатами досліджень впливу ферментних препаратів целюлолітичної дії на реологічні властивості житнього суслу їх можна розмістити у такий ряд: Ультрафло L>Целюзин D4-L>Целюлаза GC-440>Шеарзим 500>Віскозим L.

Надалі ефективність дії композицій концентрованих ферментних препаратів на житню сировину перевіряли за основними показниками бражки.

Як відомо, внаслідок дії целюлаз на некрохмальні полісахариди проходять два основні процеси: вивільнення глюканів з високою молекулярною масою із комплексних сполук з білками та подальше їх розщеплення до низькомолекулярних вуглеводів, включаючи глюкозу. Отже, додаткова кількість глюкози зброджується в етанол, що приводить у підсумку до збільшення виходу спирту. Важливе значення при цьому має наявність у ферментативній системі β -глюканази та ксиланази. Дія цих ферментів веде не лише до гідролізу геміцелюлози, але і при цьому вивільняються глобули крохмалю з оточення і покращується ступінь його гідролізу глюкоамілазою.

Основними ферментами, що входять до складу досліджуваних целюлаз Віскозиму, Ультрафло, Шеарзиму та Целюлази GC 440, є β -глюканаза, ксиланаза, целлюлаза, Целюзину D4-L – целлюлаза, геміцеллюлаза та β -глюканаза, внаслідок дії яких утворюються зброджувані цукри, чим пояснюється додаткове нагромадження етилового спирту.

Використання Целюзину D4-L веде до збільшення вмісту спирту у бражці на 1,8 %, Целюлози GC-440 – на 1,65 %, Ультрафло L – на 1,5 %, Віскозим L – на 1,35 %, Шеарзим – на 1,8 %. Збільшення виходу спирту відбувається за рахунок розщеплення β -глюканів до зброджуваних вуглеводів. Додаткове внесення Целюзину D4-L сприяло підвищенню виходу спирту на 1,19 дал/т умовного крохмалю, Целюлози GC 440 – на 1,09, Віскозиму – на 0,89, Ультрафло L – на 0,99, Шеарзиму 500 – на 1,19 (рис. 2). Одержані результати свідчать про те, що найкращий вихід спирту, а саме – 67,29 дал/т умовного крохмалю одержали при використанні додаткових ферментних препаратів Целюзину D4-L та Шеарзиму 500. Очевидно, ці препарати якнайглибше гідролізували глюкан з утворенням глюкози, яка зброджується дріжджами, що привело до синтезу додаткової кількості етанолу (на 0,15 об. % більше порівняно з контролем). При використанні Целюлози GC 440 одержали на 0,13 об. % більшу концентрацію етанолу в зрілій бражці, Ультрафло L – на 0,11 об. %, Віскозиму L на 0,09 об. % . Найменший вихід отримали при додаванні Віскозиму L – 66,99 дал/т умовного крохмалю.

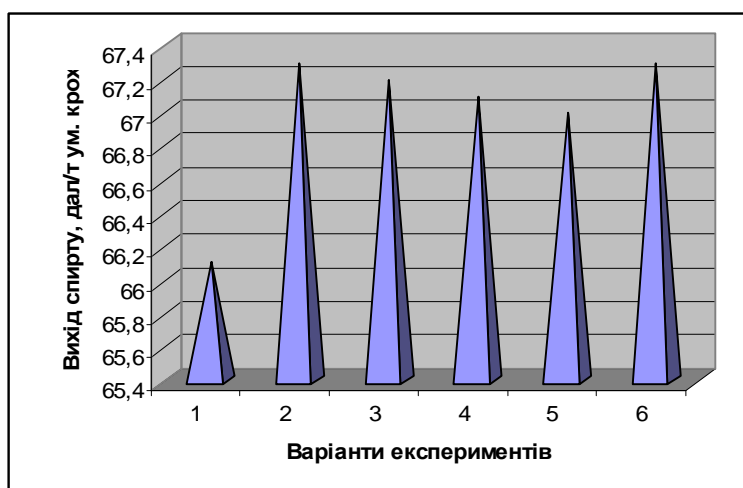


Рис. 3. Вплив целюлолітичних ферментних препаратів на вихід спирту з житньої сировини

Одним з показників, який свідчить про ефективність бродіння суслу, є концентрація вуглеводів у бражці. Використання целюлолітичних ферментних препаратів веде до зниження

вмісту загальних вуглеводів бражки порівняно з контролем на 1,48–12,66 % та дає змогу зменшити концентрацію нерозчиненого крохмалю на 28,92–63,86 %.

Аналізуючи одержані результати, можна зробити висновок, що використання на стадії оцукрювання целюлолітичних ферментних препаратів зумовлює підвищення ступеня біоконверсії некрохмальних полісахаридів жита до етанолу.

Висновки. Встановлено, що використання целюлолітичних ферментних препаратів Целюзин D4-L, Целюлоза GC-440, Ультрафло L, Віскозим L, Шеарзим 500 як додаткових до Альфазин Т7-L та Глюкозин V5-L при переробці жита є необхідним, оскільки внаслідок їх дії понижується в'язкість суслу від 1,2 до 7,3 раза; зменшується вміст нерозчиненого крохмалю на 28,92–63,86 %, підвищується концентрація спирту у бражці на 1,35-1,8 % об. та вихід спирту – на 0,89–1,19 дал/т умовного крохмалю. Досліджено, що найкращу ефективність дії на біоконверсію жита проявляє Целюзин D4-L.

1. Бліщ Р.О., Колесникова К.В. Використання комплексу ферментних препаратів для інтенсифікації процесу спиртового бродіння // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2007. – № 590: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 91–93. 2. Калинина О.А., Гусева Т.И., Колдин Э.Н., Скворцов Е.А. Оптимизация переработки зерна ржи в спиртовом производстве // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2004. – № 1. – С. 18–20. 3. Гулий І., Українець А., Шиян П., Мудрак Т., Фіщенко А., Кириленко Р., Сизько В., Жолнер І., Сосницький В., Артюхов В., Михайлів А. Технологічні особливості переробки жита в етанол // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – № 1. – С. 18–20. 4. Гулий І., Шиян П., Циганков П., Кисла Л., Домарецький В., Мудрак Т., Королюк К., Лопато Т., Артюхов В. Інтенсифікація процесу приготування спиртової бражки // Харчова і переробна промисловість. – 1999. – № 11, 12. – С. 20–21. 5. Українець А., Шиян П., Мудрак Т., Романова З., Кириленко Р., Єрмакова Г., Сосницький В., Жолнер І. Оптимізація технології спиртової бражки з кукурудзи // Харчова і переробна промисловість. – 2005. – № 6. – С. 16–19.