

ЯЦЕНКО С.І., асистент, НАГУРНА Н.А., канд. техн. наук, доцент  
Черкаський державний технологічний університет

## ВИВЧЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ОСНОВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО КАТАЛІЗУ ПОЛІМЕРІВ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ У СПИРТОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Проаналізовано ефективність заміни солоду ферментними препаратами комплексної дії, зокрема ферментного препарату 3-го покоління Viscoferm. Наведено результати досліджень залежності зниження в'язкості суслу при додаванні Viscoferm в різних концентраціях до і після розрідження житнього суслу. Встановлено основні переваги застосування ферментного препарату Viscoferm для різних видів сировини.

**Ключові слова:** ферментативний каталіз, комплексні ферментні препарати, Viscoferm, сухі речовини, в'язкість, розрідження.

Article describes the effectiveness of replacing malt enzyme preparations of complex action, including enzyme 3rd generation Viscoferm. The results of research show dependencies of reducing the viscosity of wort when adding Viscoferm in different concentrations before and after dilution rye mash. The basic advantages of the use of enzyme Viscoferm for various raw materials are described.

**Keywords:** enzyme catalysis, complex enzymes, Viscoferm, solids, viscosity, dilution.

Рівень розвитку сучасного суспільства характеризується ресурсо- та енергоємністю національного доходу. Одним з основних споживачів сировинних та енергетичних ресурсів в Агропромисловому комплексі України є спиртова промисловість, річна потреба якої складає в середньому 500 тис. тон умовного палива та біля 800 тис. т умовного крохмалю [1].

Спиртова галузь належить до однієї з важливих і водночас матеріалоємних у харчовій промисловості. Затрати на сировину становлять до 70 % від загальних затрат на виробництво етилового спирту. Останній використовується не лише для приготування алкогольних напоїв, але й у виробництві медичних препаратів, парфумерних і кондитерських виробів. Одержання етилового спирту базується на переробці злакових культур, що є найважливішим сировинним ресурсом харчової промисловості, оскільки можуть бути джерелом вуглеводів, білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин. У різних видах зерна і насіння вміст білків може досягати 30-45 % (в перерахунку на суху речовину), крохмалю та інших вуглеводів – 48-58 %, жирів – 40-60 % [1, 2].

Сучасні ринкові стосунки вимагають створення і впровадження у виробництво технологій з низькою енерго-, ресурсо- і капіталоємністю, які одночасно забезпечують високу якість і конкурентоспроможність кінцевої продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках. За останні роки завдяки зусиллям науковців та виробничників зроблено суттєвий крок на шляху енерго- та ресурсозбереження в одній з найбільш енергоємних технологічних операцій в спиртовій промисловості – водно-тепловій обробці крохмалевмісної сировини. Була розроблена інноваційна технологія низькотемпературної водно-теплової та термоферментативної обробки зернової сировини. Цьому сприяв прогрес в мікробіологічній промисловості, завдяки чому на ринку з'явилися концентровані ферментні препарати селективної (спрямованої) дії, які роблять використання солоду, як оцукрюючого матеріалу, недоцільним ні з економічної, ні з експлуатаційної точки зору [1].

Вирішальним фактором заміни солоду на концентровані ферментні препарати (КФП) виявились наступні їх переваги [1]:

- висока концентрація й активність, рідкий стан, відсутність завислих частинок, легкість дозування;
- високий ступінь мікробіальної чистоти;
- тривалий термін зберігання без втрати активності в широкому інтервалі температур;

- незначні питомі витрати на одиницю крохмалю та великі транспортні витрати;

- термостабільність та можливість використання в різних варіантах технологічного процесу;

- можливість об'єднати розварювання сировини та розрідженого крохмалю.

Оскільки основні витрати, які впливають на собівартість етилового спирту, припадають на сировину, то глибока біоконверсія її компонентів за участю мультиензимних систем широкого спектру дії може сприяти вирішенню проблем підвищення ефективності спиртового виробництва та економії матеріальних ресурсів. Крім цього, оптимальний вибір ферментних препаратів (ФП) за селективністю та вартістю для конкретних умов виробництва при широкому їх асортименті на сучасному ринку залишається актуальним завданням [2]. Технологія харчового спирту із крохмалевмісної сировини заснована на ферментативному каталізі високомолекулярних поліцукридів субстрату, що переробляється, з утворенням зброджувальних вуглеводів, які перетворюються дріжджами на спирт. У виробництві етилового спирту використовують, в основному, зерно. Частка зернових культур від загального об'єму використаної сировини збільшилась до 92,5 %. Застосування зернової сировини дає більш високий вихід спирту: із 1 т картоплі в середньому отримують 8 дал спирту, тоді як із 1 т зерна – більше 33,6 дал [3].

Тісна залежність від сировинної бази, велика науко- і матеріалоємність – важливі особливості спиртового виробництва. Частка витрат на зерно в собівартості спирту складає 65-75 %. Пшениця і жито – це найбільш широко використовувані культури, у меншій ступені – ячмінь, кукурудза, сорго та ін. [2, 3]. Наразі до якості зерна висувають все більш високі вимоги, тому що цей напрям пов'язано з якістю кінцевого продукту – спирту. В науково-дослідних інститутах Росії й України розробляють вихідні вимоги до харчової і технологічної адекватності різних зернових культур, які переробляють на спирт. У вимогах вказують на високий вміст крохмалю, зниження не крохмальних полісахаридів і білкових речовин [3]. Концепція «технологічної адекватності зернової сировини» передбачає його переробку за сучасними передовими технологіями з максимальним виходом спирту, мінімальними технологічними і виробничими витратами, виробництвом спирту етилового ректифікованого з високими органолептичними показниками і на його основі випуск якісної лікєро-горілчаної продукції [3].

У розвитку концепції «технологічної адекватності сировини» в Німеччині, Австрії, Росії застосовують технологію зброджування суслу високої концентрації сухих речовин (High Gravity Fermentation – HGF) [4]. Застосування сучасних ФП дозволяє скоротити витрати енергії при зброджуванні суслу високої концентрації сухих речовин. Завдяки застосуванню технології HGF на спиртових заводах зброджують суслу з високою концентрацією сухих речовин до 35 % СР, підвищують при цьому концентрацію спирту в бражці до 15 % об. Ферментні препарати для зниження в'язкості дозволяють використовувати в якості сировини такі зернові культури, як жито і ячмінь, переробка яких раніше була ускладнена [3, 4].

Таблиця 1  
Значення в'язкості водно-борошнистих суспензій

Зернова культура	В'язкість, Па·с
Пшениця	0,8-1,2
Жито	6-10
Ячмінь	3,5-5

Використовуючи розроблений компанією «Novozymes» ферментний препарат Viscoferm і технологію HGF, виробники спирту можуть зброджувати сусло із вмістом сухих речовин на рівні 30 % і вище, а також використовувати різні види сировини, попереджуючи підвищення в'язкості сусла і досягають підвищення ефективності виробництва. Viscoferm – це збалансована суміш ксиланази, бета-глюканази, альфа-амілази, геміцелюлози і целюлози, яка знижує в'язкість сусла і барди на всіх стадіях виробництва спирту [3, 4].

Основними перевагами застосування ферментного препарату Viscoferm є підвищення продуктивності при HGF, гнучкості у виробництві сировини, зниження затрат на воду та електроенергію, експлуатаційних витрат, підвищення ефективності виробництва [4]. І ще однією важливою перевагою технології HGF із застосуванням Viscoferm є підвищення якості бражки, що отримують, а також зниження вмісту домішок, зокрема вищих спиртів [3, 4].

Метою дослідження є впровадження технології збродження сусла високої концентрації сухих речовин (HGF) із застосуванням ФП 3-го покоління для зниження в'язкості Viscoferm.

Задачею дослідження є підбір комплексу ферментних препаратів та умов для їх використання, тобто на якій стадії технологічного процесу, при яких температурах середовища та при якій тривалості процесу доцільніше задавати цей комплекс ферментних препаратів.

Об'єктами досліджень обрано зерно жита, пшениці, ячменю, кукурудзи, що було відібране згідно вимог ДСТУ 3768-98; ДСТУ 3769-98; ДСТУ 4522:2006; ДСТУ 4525:2006.

Крім ціни і доступності під час вибору сировини для виробництва спирту слід враховувати в'язкість сусла, так як це є одним із лімітуючих факторів під час роботи по технології (HGF). Для дослідження кінетики реологічної поведінки замісів у процесі підготовки крохмалевмісної сировини при отриманні сусла використовували прилад «Амілотест АТ-97» [7]. Значення в'язкості різних водно-борошнистих суспензій з концентрацією сухих речовин 30 % при 50 °С, отримані під час дослідження, наведені в табл. 1.

Головною причиною в'язкості суспензій являються ро-

зчинені у воді компоненти, такі як розчинні бета-глюкани і пентозани. В кукурудзі вміст цих компонентів незначний, тому суспензії із кукурудзяного борошна з концентрацією сухих речовин до 35 % можна переробляти, не хвилюючись за підвищення в'язкості, використовуючи для розрідження Viscoferm [7]. Завдяки вдалому співвідношенню ферментативних активностей Viscoferm є надійним ферментним препаратом, діючим на всі види сировини.

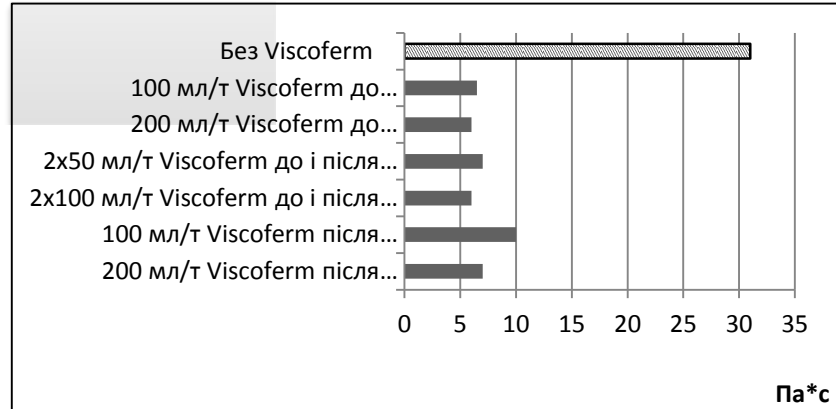


Рис. 1. В'язкість сусла при додаванні Viscoferm в різних дозах до і після розрідження житнього сусла

Результати, які отримані в ході досліджень, показали ефективність зниження в'язкості сусла, приготовленого із різних видів сировини, при додаванні Viscoferm в різних дозах до і після розрідження. В'язкість сусла при додаванні Viscoferm в різних дозах до і після розрідження житнього сусла показана на рис. 1.

Таким чином, одночасне проведення процесів розрідження і зниження в'язкості стає можливим при застосуванні ферментного препарату комплексної дії – Viscoferm.

Виробники спирту тепер можуть застосовувати будь-який вид крохмалевмісної сировини і зерносуміші, оптимізуючи їх в залежності від вартості і доступності на ринку. Застосування ферментного препарату Viscoferm дозволяє виключити проблему в'язкості і збільшити вихід спирту при переробці будь-якого типу крохмалевмісної сировини.

Viscoferm застосовується на стадії змішування до розрідження при температурі 50 °С або після розрідження.

Витрати Viscoferm залежать не тільки від виду використаної сировини, але й від року врожаю і регіону. Доза Viscoferm коливається від 0,10 до 0,30 кг/т зерна в залежності від виду сировини. Viscoferm – ефективний ферментний препарат, при дозуванні 0,3 кг Viscoferm на 1 т СР зерна в'язкість житнього сусла зменшується на 20 % від первинної в'язкості. Таким чином, житнє сусло із масовою часткою СР 36 % легше перекачувати і переробляти.

Аналогічне зниження в'язкості досягається також при застосуванні Viscoferm на пшеничному, кукурудзяному суслі і суслі із ячменю.

Поступила 08.2012

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Шиян, П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика [Текст]: Монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійнічук. – К.: Видавничий дім «Асканія», 2009. – 424 с.
- Технологія спирту [Текст] / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, В.М. Швец, П.С. Циганков, І.Д. Жолнер. / Під ред. проф. В.О. Маринченка. – Вінниця: «Поділля-2000», 2003. – 496 с.
- Теоретические и практические основы ферментативного катализа полимеров зернового сырья в спиртовом производстве [Текст] / Л.В. Римарева, М.В. Овчаренко, Н.И. Игнатова, И.М. Абрамова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2008. – № 3. – С. 4-9.
- Снижение вязкости при сбраживании сусли высокой концентрации [Текст] / Э. Йэнсер, Э. Андерсен, Р. Чечнев, А. Каднева // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2007. – № 4. – С. 23-26.
- Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням комплексних ферментних препаратів селективної дії ТР У 0003274 [Текст]. – К.: Укрспиртбіопрод, 2002. – 92 с.

6. Леденев, В.П. Технология комплексной переработки зернового сырья на спирт и концентрированные продукты «Экоспирт» [Текст] / В.П. Леденев // Сб. современные прогрессивные технологии и оборудование в спиртовой и ликероводочной промышленности, 2-я Межд. науч.-практ. конф. – 2000. – С.24-47.  
 7. Максимов, А.С. Лабораторный практикум по реологии сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебобулочного, макаронного и кондитерского производств [Текст] / А.С. Максимов, В.Я. Черных. – М.: Издат. Комплекс МГУПП, 2004. – 163 с.

УДК 613.34-008+616.34-002:616.31-018

ЛЕВИЦКИЙ А.П. д-р биол. наук, профессор, ХОДАКОВ И.В. научн. сотрудник, РАЙЦЕВА Е.С. инженер  
 ГУ "Институт стоматологии НАМН Украины", г. Одесса

## ЭКСТРАКЦИЯ ПОЛИФЕНОЛОВ ИЗ ЛИСТЬЕВ ВИНОГРАДА

Максимальная экстракция полифенолов (биофлавоноидов и хлорогеновой кислоты) из листьев винограда сорта Изабелла (виноградная мука) осуществляется 60 %-ным изопропанолом в течение 5-6 дней. Удельное содержание полифенолов в экстрактивных веществах листьев винограда было максимальным при использовании 80 %-ного спирта. Содержание в сухих листьях винограда биофлавоноидов составляет 5,64 %, а хлорогеновой кислоты – 1,12 %.

**Ключевые слова:** виноградные листья, экстракция спиртом, биофлавоноиды, хлорогеновая кислота.

The highest extraction of polyphenols (bioflavonoids and chlorogenic acid) from Isabella grape leaves (grape flour) is performed by means of 60% isopropanol within 5-6 days. Specific concentration of polyphenols in grape leaves' extraneous substances was the highest when using 80% alcohol. The concentration of bioflavonoids in dry grape leaves is 5,64%, and 1,12% of chlorogenic acid.

**Keywords:** grape leaves, extraction by alcohol, bioflavonoids, chlorogenic acid.

В наших предыдущих работах [1, 2] было показано, что листья винограда содержат почти в 100 раз больше полифенолов (биофлавоноидов и хлорогеновой кислоты), чем сок из виноградных ягод.

Целью настоящей работы стало изучение оптимальных условий экстракции полифенолов из листьев винограда.

Листья винограда сорта Изабелла были собраны в августе месяце и высушены в токе горячего воздуха ( $60 \pm 5$  °C). После измельчения в кофемолке виноградная мука из листьев подвергалась экстракции изопропиловым спиртом путем настаивания при комнатной температуре (20-25 °C) в течение 7 суток с периодическим перемешиванием. Использовались 60 % и 80 %-ные водные растворы изопропилового спирта и 100 %-ный изопропанол при гидромодуле (ГМ) мука-спирт 1:20. Пробы надосадочной жидкости отбирали через 18, 42, 66, 138 и 162 часа, фильтровали и в фильтрате определяли содержание экстрактивных веществ весовым методом, концентрацию биофлавоноидов (БФ) – путем измерения оптической плотности комплекса с  $AlCl_3$  при 410,5 нм [3] и концентрацию хлорогеновой кислоты (ХГК) – по поглощению при 338 нм [4]. В качестве стандарта БФ был исполь-

спирта и времени экстракции. Как видно из этих данных, концентрация экстрактивных веществ увеличивается со временем экстракции и достигает максимума спустя 5 дней, причем 60 %-ный изопропанол экстрагирует почти в 2 раза больше экстрактивных веществ, чем безводный изопропанол.

Аналогичная ситуация наблюдается и при изу-

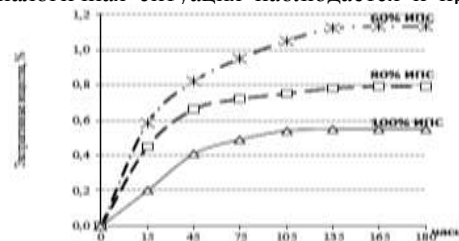


Рис. 1. Экстракция ИПС из листьев сорта Изабелла (мука) ГМ 1:20 (ИПС – изопропиловый спирт)

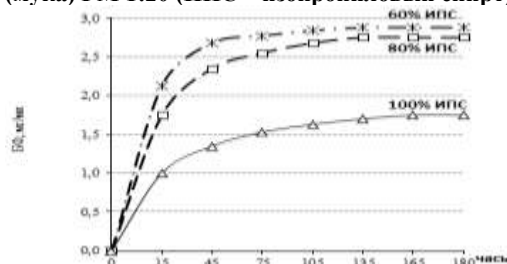


Рис. 2. Экстракция БФ из листьев винограда сорта Изабелла

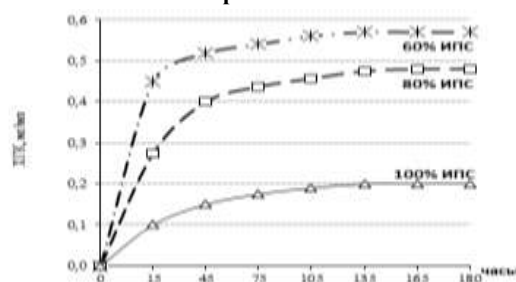


Рис. 3. Экстракция ХГК из листьев винограда сорта Изабелла

Таблица

Эффективность экстракции ПФ из листьев винограда растворами изопропанола

№	Концентрация ИПС, %	Экстрактивные вещества (ЭВ)		БФ		ХГК	
		мг/г	%	мг/г муки	% от ЭВ	мг/г муки	% от ЭВ
1	60	224	22,4	56,4	25,2	11,2	5
2	80	160	16,0	55,0	34,4	9,6	6
3	100	110	11,0	35,0	35,0	4,0	3,6

зован рутин ("Sigma", США). В качестве стандарта ХГК использовали чистую ХГК ("Fluka", Швейцария). Определение экстинкции осуществляли на спектрофотометре UVmini-1240 ("Shimadzu", Япония).

На рис.1 представлены результаты определения экстрактивных веществ в изопропаноловых экстрактах виноградной муки в зависимости от концентрации

чении экстракции БФ (рис. 2). В этом случае не отмечается особой разницы при использовании 60 %- и 80 %-ного спирта. Близкими к этим показателям являются результаты определения ХГК в изопропаноловых экстрактах (рис. 3). Из рис. 3 видно, что 60 %-ный спирт экстрагирует в 2,6 раза больше ХГК, чем 100 %-ный изопропанол.