

Очищення ФК від нейтральних ліпідів і неліпідних домішок за розробленим методом призводить до втрати 2-3 % ліпідного комплексу (за даними визначення загального фосфору у ФК і ФРП). У груповому складі відзначені невеликі зміни, зокрема, декілька зменшилась масова частка малополярних груп (фосфатидні та поліфосфатидні кислоти, дифосфатидилгліцерини, фосфатидилетаноламіни) і зросла частка полярних ФЛ (лізоформи, фосфати-дихоліни, фосфатидилінозити, фосфатидилсерини).

Оцінку стійкості дисперсних систем ФК і ФРП визначали прискореним методом, використовуючи визначення швидкості їхнього розшарування виміром висоти (об'єму) відокремленої фази через визначені проміжки часу. Залежність стійкості емульсії від концентрації та наведених зразків представлена на рис. 2 і 3.

Як видно з рисунків, ФРП зберігає 90 % незруйнованої емульсії до 18 хв центрифугування при вмісті ФРП 3 % соняшника до маси емульсії. При використанні ФК емульсія стабільна для тих же умов 6 хв. Таким чином, час стійкості емульсії збільшився втричі.

Таким чином, отриманий фосфоліпідний продукт ФРП дозволяє поліпшити стабільність емульсій в 3 рази й тим самим скоротити витрати використовуваного емульгатора.

Висновок. Запропонований спосіб дозволяє одержати і висококонцентрований ФРП (масова частка ФЛ >95 %) з невеликою втратою малополярних груп ФЛ, біологічна цінність яких менша, ніж у полярних груп. Отриманий ФРП призначений для подальшої його ферментативної модифікації з метою підвищення біологічної активності та емульгуючої здатності добавки.

Література

1. Minifie B.W. Lecithin, recent development in the preparation and application of phospholipids with special reference to G.N.[Text] // Manufactur. Confectioner. - 1969. - vol.45. № 5. - P.51-57.
2. Справочник по диетологии [Текст]/ под ред. А.А. Покровского. - М.: Медицина, 1981. - 45 с.
3. Шмидт А.А. Производство майонеза.[Текст]/ Шмидт А.А., Дудина ЗА., Чекмарева И.Б. – М.: Пищевая пром-сть, 1976 - 135 с.
4. Кейтс М. Техника липидологии.[Текст] - М.: Мир, 1975. - С.122-123.
5. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification [Text] // Canad.; Journ. Biochem. Physiol. - 1959. - vol. 37. - № 8. - P.911-917.
6. Лобанов А.В. Техничко-економические перспективы производства отечественных фосфолипидных продуктов [Текст]/Известия вузов. Пищ.техн. – №2-3.– 2001.– с.7-8.

УДК [602.4:577.1]:005.936.5-035.2

ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЕРЕРОБКИ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВІДХОДІВ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Килименчук О.О., канд. техн. наук, доцент, Величко Т.О., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У роботі доказана можливість застосування комплексу ферментів амілоризина та целокандина для розщеплення біополімерів рослинних відходів сільськогосподарства (стебла хмелю, рицина, обрізки фруктових дерев) з метою одержання субстратів для біотехнологічних виробництв. Представлені результати вирощування культур-продуцентів кормового білка на одержаних поживних середовищах у лабораторних умовах.

In work possibility of drawing on the complex of enzymes of amilorizina and tsellokandikana is proved for breaking up biopolymers of vegetable wastes of agriculture (stems khmelya, klescheviny, edges of orchards) with the purpose of receipt of nourishing substratov for biotechnological productions. There are have been shown the results of growing the crop-producers of pabular protein on the derived nutrient substrate at the laboratory environment.

Ключові слова: кормові добавки, ферментні комплекси, біополімери, рослинні відходи, культивування.

В силу різних обставин біотехнологічні виробництва України практично всі зупинено. Тому на внутрішньому товарному ринку не представлені необхідні для тваринництва, птахівництва кормові добавки вітчизняного виробництва, особливо білкові: окремі амінокислоти, кормові дріжджі, рибне, м'ясокісткове борошно та ін.). Останнім часом ці добавки закуповуються за кордоном, що негативно впливає як на якість, так і на ціну комбікормів, а в решті і на якість продукції тваринництва і птахівництва.

Однією з основних причин зупинки великих біотехнологічних виробництв є недостатність сировинних ресурсів. Альтернативним джерелом сировини могли б стати рештки рослинних відходів – стебла хмелю (СХ), рицини (СР), обрізки фруктових дерев (ОФД), які щорічно накопичуються до мільйона тонн на рік, заорюються в землю або спалюються, завдаючи непоправної шкоди навколишньому середовищу [1].

Мета роботи: довести можливість ефективної біотрансформації цих рослинних відходів у поживні середовища для одержання цінної білкової добавки – кормових дріжджів.

Для цього було поставлено ряд задач:

- вивчити біохімічний склад сировини;
- підібрати комплекс ферментів для деструкції біополімерів сировини;
- оптимізувати умови кислотної деполімеризації рослинних відходів;
- сконструювати поживні середовища для культивування продуцентів кормового білка;
- підібрати культури-продуценти та оптимізувати умови культивування на одержаних субстратах;
- вивчити особливості культивування культур-продуцентів кормового білка у лабораторних умовах.

Результати дослідження хімічного і біополімерного складу рослинних відходів у цілому та їх анатомічних частин показали, що відходи наближаються до сировини, яка традиційно використовувалась у біотехнологічних виробництвах, такому як відходи деревини, соняшникове лушпиння, коробочки бавовни.

При вивченні хімічного складу встановлено, що основна маса досліджуваних рослинних відходів в цілому, а також їх окремі анатомічні частини (стебла, листя) представлені полісахаридами, що дозволило вважати їх потенційною сировиною для подальшої біотехнологічної обробки [1].

Було встановлено умови деполімеризації рослинних відходів як традиційним кислотним, так і ферментативним, більш м'яким та енергозберігаючим [1, 2].

Ферментативна деполімеризація сировини – складний, багатостадійний процес, який залежить від виду і числа біополімерів, їх локалізації у сировині, агрегатного стану у гідролітичній системі, від заданої глибини розщеплення, складу продуктів гідроліза [3, 4]. Було проведено дослідження, які дозволили підібрати композицію ферментів, що мали ксиланолітичну, целюлолітичну активність та встановити їх найбільш ефективне співвідношення щодо максимальної деполімеризації біополімерів досліджуваних рослинних відходів. У результаті проведених досліджень були одержані кінетичні характеристики деполімеризації окремих біополімерів, які були представлені раніше [2]. Встановлено, що композиція ферментів целокандину та амілоризину, які проявляють синергізм при ферментолізі, тобто підсилюють дію один одного, є найбільш ефективною у співвідношенні 1:1.

Одержані результати наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Вихід редукуючих речовин при дії ферментів

Сировина	Редукуючі речовини, % від а.с.с.		
	Целокандин Г10х	Амілоризин Г10х	Амілоризин Целокандин (1:1)
СХ	32,0	33,0	40,0
ОФД	26,0	25,0	30,5
СР	15,0	17,0	20,0

Використання композиції ферментів дозволило підвищити ефективність деполімеризації як окремих біополімерів, так і сировини в цілому. За 48 годин ступінь конверсії СХ, СР, ОФД складала відповідно 73,1; 68,6; 51,6 відсотків. При ферментативній деполімеризації спостерігалася низька реакційна здатність сировини порівняно з кислотною, при якій ступінь конверсії складав для СР, СХ, ОФД 92 %, 88 %, 78 % відповідно. Низьку реакційну здатність можна пояснити високим ступенем кристалічності целюлози, а також присутністю лігніну, який перешкоджає проникненню ферментів до поверхні полісахаридів, крім того адсорбує та інактивує їх [4]. Висока ступінь подрібнення сировини перед внесенням ферментів ускладнила таку технологічну операцію, як відділення продуктів реакції від нерозщепленого залишку.

Вихід отриманого рідкого субстрату був низьким. Залишок містив не повністю розщеплені біополімерні сировини (фрагменти геміцелюлози, целюлози), адсорбовані лігногуміновими речовинами моносахариди, водорозчинні речовини, пігменти, вітаміни. На відміну від залишку після кислотної деполімеризації сировини, без додаткової обробки (нейтралізації, промивання, тощо) його можна використовувати як добавку до сипучих поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів поверхневим методом, а також для деяких макроорганізмів.

Однак, після відокремлення залишку центрифугуванням та інактивації ферментів, отримані субстрати усіх видів сировини характеризувалися однаковим набором легкозасвоюваних мікроорганізмами моносахаридів, основна маса з яких припадала на глюкозу – (17,42 – 21,62) % і ксилозу (8,14 – 12,14) % у залежності від виду сировини.

Отримані ферментолізати після відстоювання, охолодження, розведення до масової частки редуруючих речовин (РР) – 1,5 %, внесення сольових розчинів фосфору, калію, кальцію, магнію та азотистих речовин доводили до рН 4,0 – 4,5. У підготовлені субстрати вносили засівну культуру дріжджів 2 г/дм³ в перерахунку на абсолютно сухі дріжджі. Аналогічно були підготовлені поживні субстрати, які отримали за допомогою кислотної деполімеризації цих же рослинних відходів.

Вирощування монокультур кормових дріжджів роду *Candida*, *Pichia*, *Trichosporon* на одержаних ферментолізатах та гідролізатах в лабораторних умовах у колбах-качалках дозволило зробити висновок, що ферментолізати доброякісні, придатні для використання у якості поживних субстратів після відповідної підготовки. М'яка дія композиції ферментів не порушує нативної природи органічних сполук субстрату порівняно з більш жорсткою дією кислотної деградації біополімерів, що позначається на поведінці культур у субстратах при вирощуванні. Культури-продуценти кормового білка, які були використані, швидше адаптувалися до субстратів, отриманих ферментативним способом, повніше асимілювали їх та накопичували більше біомаси за той же період. Окремі результати культивування дріжджів наведено на рис. 1.

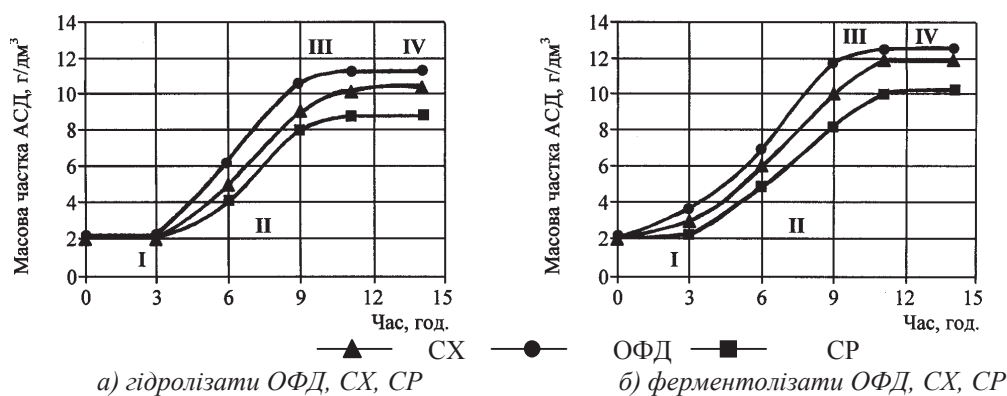


Рис. 1 – Динаміка накопичення біомаси при культивуванні *Candida tropicalis* на гідролізатах і ферментолізатах ОФД, СХ, СР

Порівнюючи результати культивування монокультур, можна зробити висновок про високу доброякісність ферментолізатів, які забезпечували накопичення біомаси абсолютно сухих дріжджів (АСД) на 16,36 % більше порівняно з гідролізатами при скороченні I та II фаз росту культур.

Відомо, що при утилізації складних субстратів повна асиміляція компонентів поживного середовища можлива при використанні змішаних культур, тому було проведено дослідження з вирощування асоціації дріжджових культур на гідролізатах і ферментолізатах обрізків фруктових дерев, стебел хмелю та рицини. Створену асоціацію дріжджових культур *Candida tropicalis*, *Candida species*, *Pichia species*, *Trichosporon cutaneum* культивували у закритій системі (періодично) на гідролізатах і ферментолізатах, попередньо підготовлених для вирощування в лабораторних умовах у колбах-качалках. При вирощуванні відбиралися проби, кількість клітин підраховувалася за допомогою камери Горяєва, встановлювалися видові відмінності за морфологічними, фізіологічними та біохімічними ознаками.

В експериментах з культивування асоціації дріжджів на ферментолізатах та гідролізатах досліджуваної сировини у різних частках від асоціату активно домінували штами *Pichia species* та *Candida tropicalis*, причому всі дріжджові клітини краще адаптувалися до середовища і накопичували біомасу, знову ж таки на ферментолізатах. Результати культивування наведено на рис. 2.

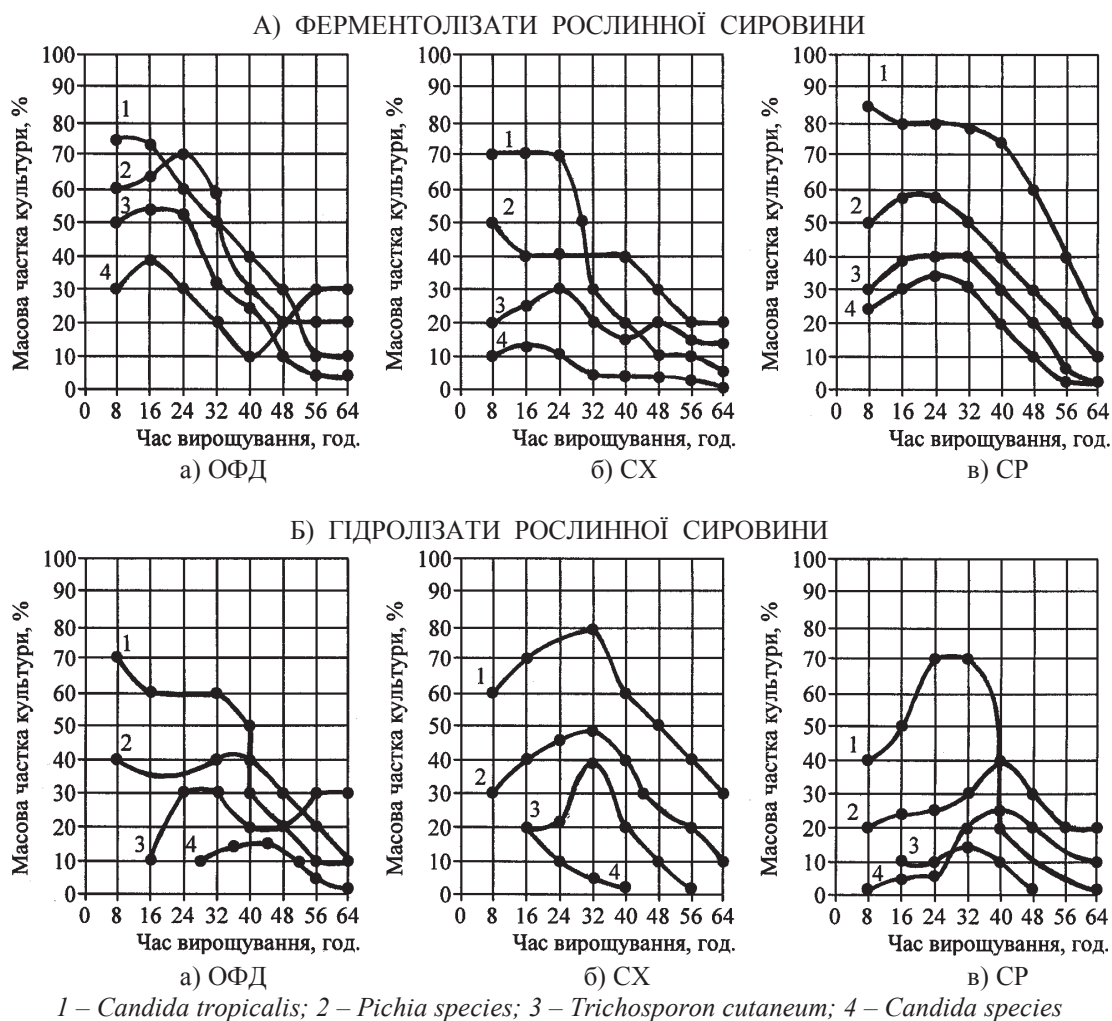


Рис. 2 – Видові взаємовідносини асоціантів дріжджових культур при вирощуванні на ферментолізатах і гідролізатах ОФД, СХ, СР

Аналіз поведінки популяції в змішаній культурі дозволяє зробити висновок, що найкращі біотичні зв'язки між асоціантами спостерігаються при вирощуванні на ферментолізатах обрізків фруктових дерев. Асоціанти не пригнічують росту один одного, через 24 години накопичують максимальну біомасу, що значно прискорює термін культивування та знижує собівартість готової продукції. Дослідження показали, що при використанні всіх досліджуваних видів рослинної сировини для приготування поживних середовищ з метою подальшого культивування мікроорганізмів, велике значення має спосіб одержання поживних субстратів. Як свідчать проведені дослідження, ферментативний спосіб є більш природним, м'яким, культури-продуценти білків почувають себе більш комфортно, в асоціації не ведуть агресивну боротьбу між собою за виживання.

Проведені дослідження з вирощування асоціації культур дозволяють прогнозувати масову частку кожної культури у біомасі, що має значення для подальшого проектування параметрів технологічного процесу та підбору технологічного обладнання.

Таким чином, за результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

— біотехнологічна трансформація рослинних відходів СХ, СР, ОФД у білкові кормові добавки за допомогою композиції ферментів целокандину та амилоризину порівняно з кислотним гідролізом є більш ефективною як з точки зору енергозбереження, екологічної безпеки виробництва, так і забезпечення сталих біотичних відносин між культурами-продуцентами;

— застосування ферментів дозволяє зробити процес біотрансформації рослинної сировини у поживні середовища безвідходним, а процес культивування – прогнозованим та прискореним, що позитивно позначиться на собівартості цінної і необхідної білкової кормової добавки.

Література

1. Килименчук Е.А. Разработка биотехнологии получения кормового белка на основе нетрадиционного сырья: Дис... канд. техн. наук: – 03.00.20. – О., 2003. – 232 с.
2. Величко Т.А. Ферментативная трансформация нетрадиционных растительных отходов в белковые кормовые добавки / Т.А. Величко, Е.А. Килименчук, О.В. Дышкантук // Наук. пр. ОНАХТ / Міністерство освіти України. – Одеса: 2008. – Вип. 32. – С. 182 – 186.
3. Ферментативный гидролиз целлюлозы. 4.1: Активность и компонентный состав целлюлозных комплексов из различных источников / А.А. Клесов, М.Л. Рабинович, А.П. Синицы и др. // Биоорган. Химия. – 1980. – № 8. – С. 12 – 25.
4. Радионова Н.А. Ферменты микроорганизмов, устойчивые к экстремальным условиям. 4.1: Ферменты, катализирующие расщепление полисахаридов клеточных стенок растений // Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. – 1989. – т. 19. – С. 69 – 71.

УДК [577.112 – 035.2:613.2]: 001.891

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ У БІЛКОВИХ СИСТЕМАХ

Д'яконова А.К. канд. техн. наук, доцент, Ткаченко О.С. зав. лабораторією
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Білки, як поліелектроліти легко вступають у взаємодію із солями, іншими білками й зарядженими групами присутніх у харчовому середовищі полісахаридів. За рахунок процесу білок – білкове комплексоутворення можна значно підвищити біологічну цінність білків з дефіцитом окремих незамінних амінокислот і регулювати їхні фізико-хімічні властивості.

Squirrel, as polyelectrolyte, easily enter into co-operating with salts, other squirrel and charged groups of present in food environments polysaccharides. Due to protein - protein a complex formation it is possible considerably to promote the biological value of albumens with the deficit of separate irreplaceable aminoacid and regulate their physical and chemical properties.

Ключові слова: Білок – Комплексоутворення – Амінокислоти – Функціональні властивості.

Для регулювання фізико-хімічних властивостей білків використовують процеси термоденатурації, комплексоутворення з іншими компонентами, а також фазове розшарування білок – полісахаридних систем.

Білки, як поліелектроліти легко вступають у взаємодію із солями, іншими білками й зарядженими групами присутніх у харчовому середовищі полісахаридами. За рахунок білок – білкового комплексоутворення можна значно підвищити біологічну цінність білків з дефіцитом окремих незамінних амінокислот і регулювати їхні фізико-хімічні властивості. Деякими авторами висловлене припущення, що в основі білок – білкового комплексоутворення лежать тільки гідрофобні взаємодії.

Кукурудзяний білок, отриманий з залишків кукурудзяних зародків після вилучення олії, має низьку розчинність, а амінокислотний склад його характеризується дефіцитом ряду незамінних амінокислот. Для підвищення біологічної цінності й покращення функціональних властивостей, провели модифікацію кукурудзяного білка шляхом комплексоутворення з збалансованим за амінокислотним складом соєвим білком.

З метою дослідження процесу білок – білкове комплексоутворення використали білок, отриманий методом лужної екстракції з суміші відходів переробки олійної сировини – залишків кукурудзяних зародків та соєвих бобів.

Нами проведено дослідження процесу комплексоутворення в системі білок – білок – вода і визначена роль нековалентних взаємодій в утворенні комплексних структур, зміні функціональних властивостей і біологічної цінності отриманих білкових комплексів.

Процес білок – білкове комплексоутворення в значній мірі залежить від вмісту й співвідношення гідрофільних і гідрофобних амінокислот у білках. Відомо, що існує високий рівень взаємної кооперативності між окремими парами залишків амінокислот: глутамінова кислота – лізин, метіонін – аргінін, аспарагін – триптофан, глутамін – пролін. Відомо також, що процес комплексоутворення в системі білок – білок – вода звичайно зміщається у бік білка, що має більшу гідрофобність.

Для того, щоб оцінити внесок гідрофобної взаємодії у процес комплексоутворення в системі білок – білок, нами проведена оцінка ступеня гідрофобності вихідного білка і отриманого комплексу, використовуючи величини різниці вільних енергій розчинення амінокислот у слабополярному розчиннику (спирті) і воді (табл. 1).