

12. Кормление лошадей [Электронный ресурс]. < http://www.e-reading-lib.org/chapter.php/81810/26/Gerasimov_-_Loshadi.html >
13. Для лошадей [Электронный ресурс]. < <http://www.kombikorm33.ru/horse/> >
14. Лошадиное меню [Электронный ресурс]. < <http://www.grandp.spb.ru/index1.php?m=6&id1=19> >
15. Чудо-свекла [Электронный ресурс]. < <http://horse.zhuk.tv/index.php?name=pages&op=view&id=288> >
16. Меласса [Электронный ресурс]. < <http://www.km-balance.ru/index.php3?id=2134> >
17. Типы кормов лошадей: зелёные корма (трава) [Электронный ресурс]. < <http://fourhoofs.ru/?r=eating&id=11> >
18. Сено – всему голова! [Электронный ресурс]. < <http://www.grandp.spb.ru/index1.php?m=6&id1=24> >
19. Солома [Электронный ресурс]. < <http://www.grandp.spb.ru/index1.php?m=6&id1=25> >
20. Сенаж [Электронный ресурс]. < <http://zoocompas.ru/articles/view/1145> >

УДК 664.661:613.2

КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ЗЕРНОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЛЕКСУ ГІДРОЛАЗ ДРІЖДЖІВ *S. CEREVISIAE*

Данилова О.І., канд. хім. наук, ст. наук. співр., Решта С.П., канд. техн. наук, доц.,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*Намічені напрями удосконалення технології комплексної переробки відходів зернової промисловості за допомогою комплексу гідролаз дріжджів *S. cerevisiae*, які дозволять більш повною мірою використовувати широкий спектр рослинної сировини. Отримані дані можна використати для покращення технології післязбиральної обробки зернових культур під час луциння зерна, оскільки ферментні комплекси *S. cerevisiae* здатні до розривлення оболонок зернової сировини, а невисока температура обробки дозволяє зберегти всі її біологічно активні компоненти.*

*Outlined the directions of the improvement of integrated grain industry waste recycling technology with the help of hydrolase *s. cerevisiae* yeast complex, which will allow better use a wide range of plant materials. The obtained data can be used to improve post-harvest technology of crops during the shelling of grain, because enzyme complexes *S. cerevisiae* able to loosening skins of grain raw, and a low treatment temperature allows to keep all its biologically active components.*

Ключові слова: відходи зернової промисловості, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*.

У сучасних умовах одним із шляхів інтенсифікації харчової промисловості є впровадження нових безвідходних технологій. Це вимагає підвищення повноти переробки сільськогосподарської сировини з більш вичерпним отриманням корисних компонентів, а також розробку і удосконалення технологій із переробки відходів сільськогосподарського виробництва. Рослинна сировина відрізняється значним вмістом вуглеводних компонентів, особливо це стосується відходів переробки зернової промисловості – оболонок, висівок тощо [1-3]. Тому останніми роками увага приділяється пошуку нових способів виділення і аналізу цінних речовин із неживаних раніше рослинних відходів, особливий пріоритет при цьому мають біотехнологічні методи переробки, які, з одного боку, є найбільш ефективними, а з іншого – достатньо екологічно безпечними. Біотехнологічна переробка вимагає використання комплексних ферментних препаратів, які містять гідролази, здатні вилучати із сировини олігомери вуглеводів, білкових речовин. Такий комплекс містять дріжджі *S. cerevisiae*. Більше того, клітинні стінки дріжджів мають у своєму складі маннанолігосахариди, які в шлунково-кишковому тракті ефективно зв'язують і абсорбують різні патогенні мікроорганізми, включаючи *E. coli*, *Clostridium*, *Vibrio*, *Salmonella* та ін., таким чином, знижується можливість виникнення інфекції [4], вони є ефективними сорбентами мікотоксинів [5]. Дріжджова біомаса – повноцінне джерело білкових речовин, вітамінів, полісахаридів, вітамінів і мікроелементів, що дозволяє розглядати мікроорганізми як перспективні субстрати для одержання біологічно активних добавок, але поживна цінність дріжджової біомаси обмежена низькою доступністю внутрішньоклітинних біополімерів для дії травних ферментів та високим вмістом нуклеїнових кислот. Для повноцінного засвоєння як білкових речовин, так і полісахаридного комплексу необхідно зруйнувати клітинні стінки дріжджів і перевести високомолекулярні полімери, що втримуються в них, у розчинні легкозасвоювані сполуки [6-8] та біологічно

активні речовини [9] і здійснити денуклеїнізацію зразків. Деструкція дріжджової клітини може бути здійснена за допомогою ферментативного каталізу [10], при цьому можна отримати низку БАД комплексної дії.

Метою досліджень є удосконалення технології комплексної переробки відходів зернової промисловості за допомогою комплексу гідролаз дріжджів *S. cerevisiae*.

Науковці, що займаються переробкою зерна і питаннями раціонального харчування, говорять про високу біологічну і харчову цінність усіх частин зерна і про нехтування людей своїм здоров'ям, коли виключаються з раціону харчування так звані побічні продукти борошномельних виробництв, про необхідність переглянути чинну концепцію зернопереробки. Цьому питанню присвячено багато робіт у різних країнах світу. Зокрема, ставили завдання збагачення продуктів харчування, у тому числі борошна за допомогою перенесення до нього частинок насінної оболонки, алейронового шару і зародка. Проте, в умовах відсутності промислової технології комплексної переробки зерна пшениці (і перш за все, зародка, як найбільш цінної частини), яка забезпечила б збереження біохімічного, вітамінного і ферментного складу, усі ці спроби будуть просто фіксацією нерационального використання людьми того, що дає їм природа. Наявні методи переробки, відрізняючись гідротермальною і хімічною дією, наявністю залишкових розчинників, як правило, обумовлюють такі значні зміни біохімічного складу початкової сировини, що зводять нанівель усю поживну і медичну цінність отримуваних продуктів.

Роботами багатьох дослідників доведено, що мікроорганізми здатні накопичувати в біомасі ряд мінеральних компонентів, які перебувають у клітинах в органічній формі, що добре засвоюється. Збагачення дріжджової біомаси різними мікроелементами при культивуванні дріжджів на середовищах з високою концентрацією цих елементів є доведеним фактом. Крім того, завдяки введенню до складу поживного середовища *S. cerevisiae* різних компонентів можна досягти вироблення мікроорганізмами необхідних компонентів [11]. Нами здійснено культивування біомаси дріжджів *S. cerevisiae* (пивних або хлібопекарських) в аеробних умовах за наявності присутності твердої фази – попередньо підготовлених відходів переробки зернових культур, із використанням гідролізату вуглеводмісної сировини із додаванням необхідних для життєдіяльності дріжджів солей та джерела селену.

Культивування дріжджів *S. cerevisiae* здійснювали на поживному середовищі, що містить меласу як джерело цукрів, мінеральні солі, за наявності джерела селену – розчину селенистої кислоти або селеніту натрію чи іншої солі селену. Як джерело цукрів додатково використовували гідролізат рослинної сировини, культивування проводили за наявності твердого носія – залишку після гідролізу вуглеводмісної сировини. Для росту дріжджів використовували солі у такому співвідношенні компонентів, мас. %:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,46-0,55
KH_2PO_4	0,08-0,09
K_2HPO_4	0,011-0,19
MgSO_4	0,045-0,055
NaCl	0,001-0,015
CaCl_2	0,006-0,015

селенова кислота або селеніт натрію або

інші солі селену 0,00002-0,00015

твердий вуглеводмісний залишок 8,0 – 15,0

гідролізат вуглеводмісного рослинного субстрату решта.

Твердий залишок, відокремлений після культивування, промивали розчином хлориду натрію для зменшення кількості нуклеїнових кислот у цільовому продукті, який після сушіння можна використати як БАД, у тому числі, при приготуванні тіста. Склад отриманих БАД наведений у табл. 1.

Для отримання гідролізатів було використано відходи борошномельного і круп'яного виробництва (висівки, плівки, мучка), вичавки консервних виробництв (яблучні, айвові, кабакові, морквяні, сливові), відходи сахарних виробництв (буряковий жом), олійних виробництв (соє, ріпак), які отримано завдяки кислотному гідролізу сульфатною, хлороводневою, фосфатною, етановою кислотою з масовою часткою кислоти 0,5 – 5 %. Вміст цукрів у гідролізаті контролювали і заміняли від 5 до 80 % меласи на гідролізат.

При такому способі вирощування досягається активація росту дріжджової біомаси, стає можливим отримання БАД із високим вмістом білка, вуглеводів, мінеральних речовин, зокрема селену, біологічно активних речовин. Важливим є те, що дріжджі починають інтенсивно виробляти гідролази, які необхідні для постачання вуглеводів для життєдіяльності мікроорганізмів. Активація вироблення гідролаз пояснюється необхідністю переробки мікроорганізмами твердого залишку, наявного в культуральному середовищі.

Таблиця 1 – Склад БАД з селеном і дріжджами

№	Вид вуглеводо-вмісного ролинного субстрату	Білкові речовини	Нерозчинні вуглеводи	Кількість нуклеїнових кислот	Вміст селену в БАД, отриманих при культивуванні, мг/г n*10 ⁻³	
					в звичайних умовах	в присутності джерела селену
1	Пшеничні висівки	21,4 ± 0,3	66,5 ± 0,5	1,2 ± 0,4	3,04 ± 0,03	5,32 ± 0,04
2	Вівсяні висівки	23,6 ± 0,3	62,1 ± 0,4	1,6 ± 0,4	3,75 ± 0,05	6,23 ± 0,01
3	Висівки тритикале	21,9 ± 0,3	64,3 ± 0,4	1,1 ± 0,5	3,25 ± 0,02	5,36 ± 0,02
4	Оболонки сої	19,9 ± 0,3	63,7 ± 0,5	1,3 ± 0,5	4,15 ± 0,05	7,18 ± 0,03
5	Мучка сої	21,8 ± 0,3	62,1 ± 0,5	1,6 ± 0,3	4,45 ± 0,03	7,92 ± 0,04
6	Оболонки гороху	18,5 ± 0,3	61,6 ± 0,4	1,3 ± 0,4	3,95 ± 0,02	6,64 ± 0,03
7	Мучка гороху	19,5 ± 0,3	64,8 ± 0,6	1,6 ± 0,4	4,10 ± 0,02	6,52 ± 0,03
8	Буряковий жом	23,7 ± 0,3	61,1 ± 0,5	1,5 ± 0,4	4,22 ± 0,03	7,01 ± 0,02
9	Вичавки кабаку	26,2 ± 0,3	59,0 ± 0,5	1,1 ± 0,5	3,91 ± 0,03	6,73 ± 0,02
10	Вичавки моркви	27,4 ± 0,3	57,3 ± 0,4	1,5 ± 0,4	4,12 ± 0,01	7,33 ± 0,03
11	Вичавки яблук	22,5 ± 0,3	65,1 ± 0,4	1,4 ± 0,3	3,85 ± 0,02	6,70 ± 0,03
12	Вичавки сливи	18,9 ± 0,3	63,5 ± 0,5	1,4 ± 0,4	4,15 ± 0,03	7,10 ± 0,02

Відомо, що є ряд способів переробки рослинної сировини [12-15], в т.ч. і зернових відходів на кормові білкові добавки. Термообробка і ферментативний гідроліз зернових культур проводиться при t = 65 – 90 °С з наступним вирощуванням дріжджів. Але у більшості публікацій відсутня кількісна оцінка ефективності процесів, що утрудняє вибір оптимальних варіантів. Авторами [12, 15] було досліджено ефективність процесу ферментативного гідролізу зернової сировини різними ферментними препаратами: амілосубтіліном, глюкававорином, целовіридином. Встановлено, що перед ферментативним гідролізом необхідно зернову сировину піддати попередній термообробці: гідромодуль 1:5, витримка при температурі 80 – 100 °С впродовж 1 год. Оптимальні умови наступного ферментативного гідролізу зернової сировини з ферментними препаратами амілосубтіліном, глюкававорином, целовіридином (температура 58 – 60 °С, рН 5,0 – 6,0; час обробки 1,5 години) забезпечують високий ступінь конверсії полісахаридів висівок – 84 % і ступінь оцукрення 34 – 38 % [15].

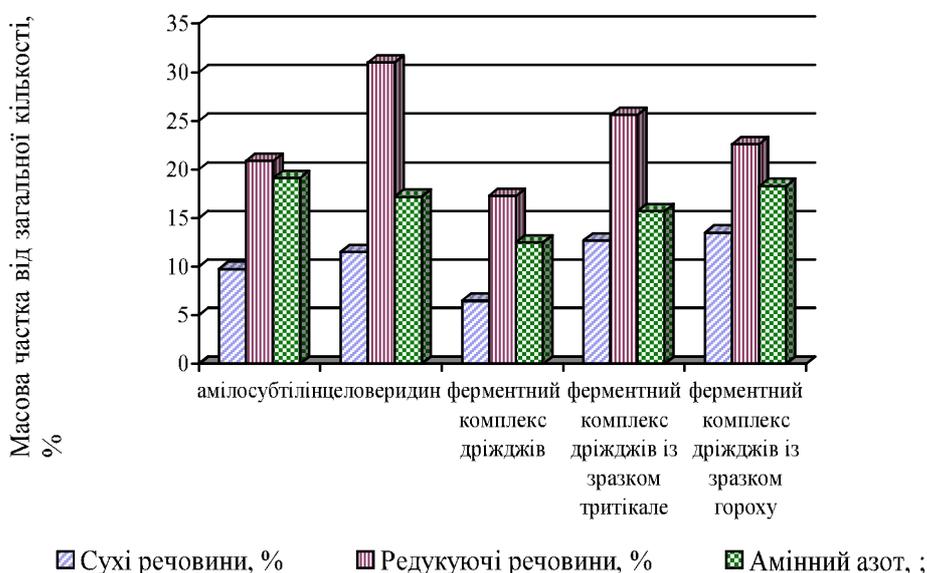


Рис. 1 – Вплив дії ферментних препаратів на накопичення сухих речовин, амінного азоту, редукуючих речовин у зразках із додаванням твердого залишку висівок тритикале та твердого залишку мучки гороху

Для удосконалення безвідходної технології переробки сільськогосподарської сировини необхідно було визначити можливість біотехнологічної переробки її за допомогою гідролізного комплексу дріжджів

жив *S. cerevisiae*. На першому етапі досліджень вивчали специфічність дії ферментних препаратів із надосадкової рідини після вирощування дріжджів на різних субстратах. З'ясовано, що вони розрізняються за складом ферментативного комплексу. В якості субстратів використовували розчини ферментолізатів, у які додавали клейстеризований крохмаль (глюкан) із зерна тритікале у кількості 1 % та 1 % твердого залишку після гідролізу і ферментолізу. Клейстеризацію крохмалю із зерна тритікале здійснювали при $t = 50 - 55$ °С. Відомо, що при термічній обробці зернової сировини (55 – 80 °С) зерна крохмалю набрякають, розпадаються і утворюють колоїдний розчин, тобто, набрякання крохмалю йде одночасно з клейстеризацією [12]. В ході експерименту вивчали накопичення продуктів гідролізу за вмістом відновлюваних цукрів через 24 год після початку процесу. З'ясовано, що додавання високовуглеводної сировини (оболонок, висівок) у культуральне середовище при вирощуванні дріжджів викликає збільшення утворення гідролаз, які мають найбільшу активність по відношенню до вказаних субстратів (рис.1). При введенні мучки сої, гороху, в яких залишається значна кількість білкових речовин, утворюються гідролази, здатні до перетворення білкових речовин на амінокислоти, що й підтверджується підвищенням вмісту амінного азоту, який визначали в цих ферментолізатах за Лоурі.

При дослідженні гідролітичної здатності суспензії дріжджових клітин *S. cerevisiae* для порівняння використовували ферментні препарати: амілосубтилін та целовіридин. «Амілосубтилін ГЗх» містить нейтральну амілазу, слаболужну і нейтральну протеазу, глюконазу та ін. ферменти. Препарат стандартизовано згідно з ОСТУ 59-9-72 за амілолітичною активністю (АС 600 ед. на 1 г препарату). Комплекс ферментів, наявних у препараті (ксіланаза, β -глюконаза, целюлаза, протеаза), дозволяє розщеплювати не тільки вуглеводні зв'язки, але й глікопротеїди, що забезпечує більш повну деградацію сировини. Ферментний препарат «Целовіридин Г 20х» містить комплекс ферментів, що гідролізують некрохмалисті полісахариди рослинної сировини. Оптимальна дія ферментного препарату «Целовіридин» проявляється при температурі $50 \pm 0,2$ °С і значеннях рН $5,0 \pm 0,5$. Целолітичними ферментами розщеплюється також основний ланцюг геміцелюлоз α -D-ксило- β -D-глюкана, бічні ланцюги відщепляють глікозидази. При цьому необхідно відзначити, що швидкість гідролізу під дією целовіридину зростала досить швидко і накопичення мономерів було більш активним. У ферментолізати дріжджів перейшов комплекс гідролітичних ферментів, зокрема, виявлені інвертазна й мальтазна активності.

Отримані дані можна використати для покращення технології післязбиральної обробки зернових культур під час лущення зерна, оскільки ферментні комплекси *S. cerevisiae* здатні до розрихлення оболонок зернової сировини, а невисока температура обробки дозволяє зберегти всі біологічно активні компоненти сировини. Крім того, завдяки біотехнологічній обробці відходів переробки зернових виробництв (висівок, оболонок, мучки) можна отримати препарати із підвищеним вмістом біологічно активних речовин: ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів, які можуть бути використані як БАД.

Таким чином, намічені напрями удосконалення технології комплексної переробки відходів зернової промисловості за допомогою комплексу гідролаз дріжджів *S. cerevisiae*, які дозволять більш повно використовувати широкий спектр рослинної сировини.

Література

1. Черно Н.К. Пищевые волокна: состав, свойства, технология производства: Дис. док. техн. наук. – Одесса, 1990. – 250 с.
2. Иванова И.С. Разработка технологии биологически активной добавки к пище в виде белково-углеводного концентрата из биомассы хлебопекарных дрожжей: автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2003.
3. Капрельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функциональні продукти. – О.: Б.И., 2003. – 312 с.
4. Пробиотики + Пребиотики = двойной результат <http://www.rusprodimport.ru/?mod=articledetail&id=5>
5. Ахмадышин Равиль Айратович. Получение энтеросорбента микотоксинов из дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* : дисс. ... канд. техн. наук : 03.00.23 Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т биол. пром-сти. – Щёлково, 2008. – 163 с.
6. Иванова И.С. Разработка технологии биологически активной добавки к пище в виде белково-углеводного концентрата из биомассы хлебопекарных дрожжей: автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2003.
7. Доценко О.Н., Садова В. В. Функционально-технологические характеристики белкового продукта дрожжевой биомассы // Известия вузов. Пищевые технологии. 2002. – №2.
8. Юскина Ольга Николаевна. Разработка биотехнологического способа получения препарата белка из биомассы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* на основе направленного гидролиза клеточных стенок : дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23 Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности. – Кашинцево, 2008. – 190 с.

9. Синицкая Наталья Сергеевна. Нуклеопротеиновые комплексы дрожжей : Получение и характеристика: дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.23. – Санкт-Петербург, 2000. – 132 с.
10. Римарева Л.В., Оверченко М.Б., Сербя Е.М., Игнатова Н.И., Туляков Т.В., Фурсова Н.А., Пасхин А.В. Использование комплексного препарата Амилопротооризин КФПА для энзиматического гидролиза дрожжевой биомассы // Хранение и переработка сельхозсырья. 2002. – № 1.
11. Бутова С.Н. Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья. – М.: Россельхозакадемия, 2004.
12. Сушкова В.И., Баранова А.В. Исследование оптимальных параметров процесса сернокислотного гидролиза некондиционного зерна// Химическая технология. 2004. – № 1.
13. Сушкова В.И. Оптимизация режимов переработки водной пульпы отрубей на кормовую белковую добавку// Кормопроизводство. 2004. – № 2.
14. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества. Сушкова В.И., Воробьева Г.И. – Киров, 2007. – 204 с.

УДК 620.95-611

КЛАСИФІКАЦІЯ І ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДИХ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВІДНОВЛЮВАНИХ ВИДІВ БІОЛОГІЧНОГО ПАЛИВА

Бордун Т.В., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У матеріалах статті показано високу привабливість використання біомаси, особливо рослинного походження, для виробництва твердого біопалива (гранул та брикетів). Здійснено спробу класифікувати тверді види біопалива в залежності від виду рослинної сировини, форми випуску, способу пресування і призначення. Наведено деякі європейські стандарти якості на паливні гранули і брикети.

In the materials is demonstrated that high attractiveness of biomass, especially of plant origin for the production of solid biofuels (pellets and briquettes). An attempt to classify solid biofuels, depending on the type of plant material, release forms, compression method and purpose. Shows some European quality standards for pellets and briquettes.

Ключові слова: відновлювані джерела, рослинна сировина, біомаса, біопаливо, класифікація, технологія, гранули, брикети, стандарти якості.

Енергетична проблема дедалі гостріше постає перед людством усього світу. Вона виникла не сьогодні, але вирішувати її потрібно саме зараз. Розвиток сучасних технологій не дозволяє позбутися залежності від невідновлюваних джерел енергії, краще, навпаки, сприяє планомірному залученню до процесу суспільного виробництва значної частки цих ресурсів, що залишилися у розпорядженні людини [1]. На сьогоднішній день внесок відновлюваних джерел енергії в енергобалансі країни становить лише 2,7 %, з яких 2 % – гідроенергетика, біомаса 0,5 % та ін. Згідно з програмою Європейського Співтовариства передбачається, що до 2015 року 12 % енергії має виходити за рахунок відновлюваного палива, в т. ч. 5,5 % – з твердої біомаси. При цьому частка біопалива зростає до 74 % загального вкладу відновлюваних джерел енергії [2].

Відповідно до Закону України «Про альтернативні види палива» № 1391-XIV від 14.01.2000 року біологічні види палива (біопаливо) – тверде, рідке і газоподібне паливо, виготовлене з біологічно відновлюваної сировини (біомаси), яке може використовуватися як самостійне паливо або як компонент інших видів палива [3]. Біопаливо в усьому світі, і в тому числі, й в Україні класифікують за його агрегатним станом на тверде, рідке і газоподібне (рис. 1).

Метою наших досліджень стало вивчення саме твердих видів біопалива і перспективи їх виробництва на території України.

З урахуванням аналізу ринку, а також на основі вивчення й узагальнення літературних, патентних та інтернет джерел, нами була запропонована класифікація твердих видів біопалива в залежності від виду рослинної сировини, форми випуску, способу пресування і призначення (рис. 2).