

## БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ НАКОПИЧЕННЯ БІЛКОВИХ СПЛУК У ЗЕРНОВІЙ СИРОВИНІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ

**Сгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, член-кор. УААН України,  
Кананихіна О.М., канд. техн. наук, доцент, Турпурова Т.М., канд. техн. наук, асистент  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

*У статті досліджено умови підготовки зерна пшениці як поживного середовища для вирощування дріжджів. Визначено хімічні та біохімічні показники зерна підвищеної кормової цінності, яке використовується при виробництві комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин.*

*In this article investigational terms of preparation of grain of wheat in quality a nourishing environment for growing of yeasts. Certainly chemical and biochemical indexes of grain of enhanceable feedvalue, which is used for the production of the mixed fidders for to the sapling of agricultural zoons.*

Ключові слова: пшениця, кукурудза, дріжджування, кормове зерно, білок, ферментативна обробка, хлібопекарські пресовані дріжджі, волютин.

Структура харчування людуства в цілому, в тому числі населення нашої країни, далеко не ідеальна, причому найбільш дефіцитним компонентом їжі є білок, особливо білок високої поживної цінності.

Великотонажне мікробіологічне виробництво білка слід постійно розвивати, оскільки саме цей шлях дозволяє розширити та якісно поліпшити харчову базу, отримати найбільш високоякісні білкові продукти з найменшими витратами праці, з мінімальним збитком для навколишнього середовища.

Як промисловий процес, мікробіологічне виробництво білка не вимагає посівних площ, не залежить від кліматичних і погодних умов, піддається плануванню і високому рівню автоматизації, дозволяє отримувати продукцію стандартної якості. Продукти мікробіологічного синтезу можна назвати новими видами кормів і їжі, але неправильно вважати синтетичними або штучними [1].

Недостатня кількість білка в харчуванні негативно позначається на здоров'ї дорослої людини, знижує фізичну і розумову працездатність, а в дітей уповільнює фізичний, а інколи, і розумовий розвиток.

При вирощуванні тварин і птиці недостатня кількість білка приводить до перевитрат кормів, погіршення здоров'я тварин. Недостатня кількість високоякісних білків у харчуванні населення багатьох країн дуже суттєва.

Метою роботи є підвищення кормової цінності зернової сировини у складі комбікормів біотехнологічним методом.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання дослідження:

- вивчити технологічні властивості кормового зерна;
- отримати поживне середовище на основі гідролізату зерна пшениці;
- підібрати штами дріжджових культур, які активно ростуть на осолодженому зерні пшениці та кукурудзі;
- визначити хімічні та біохімічні показники зерна підвищеної кормової цінності, яке використовується при виробництві комбікормів для молодняку сільськогосподарських тварин.

Україна – це країна сільськогосподарського виробництва. А зернове господарство – найважливіша галузь сільського господарства, призначенням якої є виробництво зернових культур, а саме пшениці. Збільшення виробництва пшениці зумовлюється підвищенням попиту на продукти харчування для населення, сировини для борошномельної, хлібопекарської, кондитерської, комбікормової та інших галузей промисловості. Пшениця йде і на поновлення державних резервів та розширення фондів для зовнішньої торгівлі, має велике значення у фуражному балансі, як одне з найважливіших джерел концентрованих, а також зелених і соковитих кормів для худоби [2].

Вміст сирого протеїну в кормовому зерні дійсно останнім часом знизився. Порівнюючи дані з літературних джерел [3] і отримані нами видно, що вміст сирого протеїну зерна пшениці знизився на 1-2 абсолютних відсотки, а зерна кукурудзи – майже на 3 абсолютних відсотки. Дріжджі дуже чутливі до хімічного складу поживного середовища та значення рН-середовища. Поживні речовини повинні бути в доступній формі й визначених кількісних та якісних співвідношеннях.

Якість гідролізатів, засвоюваність їх дріжджами визначаються складом вуглеводмісних, азотних, фосфорних речовин, макро- та мікроелементів. Для інтенсивного розмноження дріжджів у середовище необхідно додавати значну кількість сполук азоту, фосфору, магнію та калію. Краще за все засвоюються

йони амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) та аміак, добре – амонійні солі, зокрема сульфат амонію, фосфат амонію. Білки засвоюються після розщеплення до пептидів та амінокислот під дією протеолітичних ферментів, які виділяються в середовище самими дріжджовими клітинами [4, 5]. Фосфор необхідний дріжджам для синтезу складових частин протоплазми (нуклеїнових кислот, фосфоліпідів), ферментів, для формування вуглеводів у процесі біохімічного окислення та для синтезу протеїну. При недостатній кількості його в поживному середовищі зменшується синтез протеїну та підвищується кількість жиру. При збільшенні вмісту фосфору в поживному середовищі збільшується і кількість його в біомасі (до 4,5 – 5,0 %). При цьому дріжджі швидко ростуть, синтезують до 55 % і більше протеїну та невелику кількість жиру (2 – 3 %) [4]. Для інтенсивного росту дріжджів у середовищі повинен бути надлишок калію. Швидкість росту дріжджових клітин у визначених умовах залежить і від концентрації в середовищі натрію, який здатний переносити поживні речовини в клітину. Магній стимулює розмноження дріжджів та сприяє синтезу рибофлавіну [6].

При приготуванні поживного середовища, в нашому випадку, за основу взято осолоджене зерно пшениці ячмінним солодом протягом 2 годин із вмістом цукрів 1,57 %. Для забезпечення дріжджів поживними речовинами в середовище вносили такі солі (г/л): сульфат амонію – 5,0; дегідрофосфат калію – 0,85; гідрофосфат калію – 0,15; сульфат магнію – 0,5; хлорид натрію – 0,1; хлорид кальцію – 0,1 [7, 8].

Дріжджування зерна пшениці проводили протягом 4 годин хлібопекарськими пресованими дріжджами виду *Saccharomyces cerevisiae* – Одеськими південними та Львівськими дріжджами, а також кормовими каротиноїдними дріжджами. Для порівняння накопичення вмісту протеїну було відібрано зразки: зерно пшениці, яке не піддавали дріжджуванню (приготовлене поживне середовище з внесеними дріжджами), та дріжджане зерно пшениці протягом 4-х годин дріжджування. Для інактивації дріжджів субстрат витримували на водяній бані 10 хв.

Результати експерименту представлені в таблиці 1. Вміст сирого протеїну в зразку, з внесенням хлібопекарських пресованих Одеських південних дріжджів, який не піддавали дріжджуванню – 15,8 % (на суху речовину), Львівських – 15,3 % (на суху речовину) та 27,4 % (на суху речовину) відповідно у зразку, який дріжджували 4 години Одеськими дріжджами, 17,7 % – Львівськими дріжджами. Вміст сирого протеїну при дріжджуванні зерна пшениці кормовими каротиноїдними дріжджами не змінився – 14,9 % та 15,1 % (на суху речовину) відповідно при дріжджуванні 0 годин та 4 години.

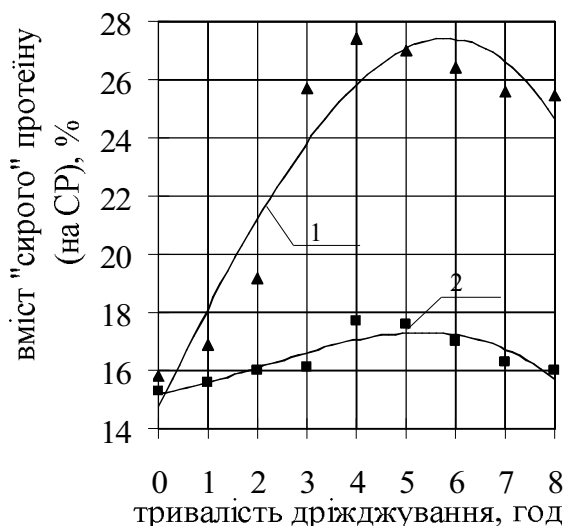
**Таблиця 1 – Дріжджування зерна пшениці хлібопекарськими та кормовими дріжджами**

Продукт	Вміст сирого протеїну у % на суху речовину в процесі дріжджування, год	
	0	4
Зерно пшениці дріжджане хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами	15,8	27,4
Зерно пшениці дріжджане хлібопекарськими пресованими Львівськими дріжджами	15,3	17,7
Зерно пшениці дріжджане кормовими каротиноїдними дріжджами	14,9	15,1

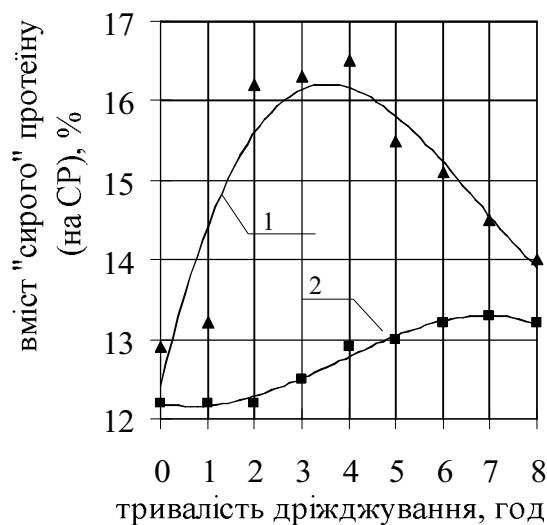
На основі отриманих даних можна зробити висновок, що приготовлене поживне середовище та створені відповідні умови сприятливі для росту та розмноження хлібопекарських пресованих дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, загальна їх кількість при дріжджуванні протягом 4-х годин збільшилася на 67 %. Щодо кормових каротиноїдних дріжджів, то загальна їх кількість при дріжджуванні збільшилася тільки на 17 %, бо кормові каротиноїдні дріжджі були сухі та, напевно, потребують активації. Це в свою чергу призведе до додаткових витрат.

У процесі дріжджування кормового зерна, за рахунок розмноження дріжджів, необхідно прослідити зміну вмісту сирого протеїну. Оскільки дріжджане зерно пшениці має вологість 85 %, то визначити вміст сирого протеїну за відомими методиками неможливо. Для проведення експерименту використовували фарфорові чашки, у яких вирощували дріжджі в термостаті при сприятливих умовах, і через кожну годину зупиняли ріст дріжджів – протягом 10...15 хвилин витримували на кип'ячій водяній бані. Для отримання сухої маси для визначення вмісту сирого протеїну, чашки після водяної бані поміщали в термостат ТГУ-01-200 з активним вентиляванням для видалення вологи. В результаті отримували зернову суміш, у якій можна визначити вміст «сирого» протеїну за відомими методиками.

Зміна вмісту сирого протеїну в процесі дріжджування кормового зерна Одеськими південними та Львівськими дріжджами представлена на рис.1 та рис. 2.



**Рис. 1 – Вміст сирого протеїну у біомасі дріжджів при дріжджуванні зерна пшениці:**  
1 – Одеські південні дріжджі;  
2 – Львівські дріжджі.



**Рис. 2 – Вміст сирого протеїну у біомасі дріжджів при дріжджуванні зерна кукурудзи:**  
1 – Одеські південні дріжджі;  
2 – Львівські дріжджі.

Накопичення вмісту сирого протеїну при дріжджуванні гідролізату зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами збільшилося на 67 %, тоді як вміст сирого протеїну при дріжджуванні гідролізату зерна кукурудзи підвищився тільки на 23 %. Отже, більш сприятливим для росту та розмноження хлібопекарських пресованих Одеських південних дріжджів є поживне середовище на основі гідролізату зерна пшениці. При дріжджуванні зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами вміст сирого протеїну на суху речовину протягом 4-х годин (оптимальний час для дріжджування) підвищився на 11 % відповідно до зразка, який не піддавали обробці, тобто внесеними дріжджами, які не розмножувалися.

Відомо, що дріжджова клітина за сприятливих умов існування активно накопичує запасні речовини – волютин, глікоген, трегалозу, жири. Волютин є резервною вакуолярною речовиною і в той самий час бере участь у процесах, які регулюють ріст та розмноження клітин, у процесах дихання та бродіння. Волютин утворюється в дріжджових клітинах при сприятливих умовах – у середовищах, які багаті вуглеводами та фосфатами [10].

У нашому дослідженні важливо було прослідити накопичення волютину у дріжджових клітинах як джерела білкових сполук при дріжджуванні зерна. Волютин знаходиться у стані колоїдного розчину в вакуолях, і без забарвлення виявити його неможливо. В деяких випадках волютин випадає із розчину і утворює крупні сферичні гранули, які сильно переломлюють світло і добре видні у вакуолях у вигляді енергійно-бруннівських частинок [11].

Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Одеських південних та Львівських дріжджів при дріжджуванні кормового зерна наведено на рис. 3 та рис. 4. На даних рисунках показано зміну кількості клітин, що містять волютин при дріжджуванні зерна пшениці та кукурудзи хлібопекарськими Одеськими південними та Львівськими дріжджами. В період інтенсивного розмноження дріжджів кількість волютину поступово зростає за рахунок того, що материнські клітини брунькуються і утворюють нові молоді клітини, кількість волютину в яких більша, ніж у материнській клітині. Дріжджові клітини брунькувалися протягом трьох годин, і їх кількість досягла 30...35 %. На 4-ту годину дріжджування кількість клітин досягла максимального рівня, оскільки дочірні клітини відділилися від материнської клітини і почали самостійно розвиватися. Подальше дріжджування приводить до автолізу, біомаса клітин зменшується, а також зменшується кількість волютину в дріжджових клітинах.

Із всіх поживних речовин екструдованого зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці, визначну цінність мають білки, які не можуть бути замінені ніякими іншими речовинами. Поживна цінність білків визначається їх амінокислотним складом і насамперед вмістом незамінних амінокислот, які не можуть синтезуватися в організмі людини та тварин.

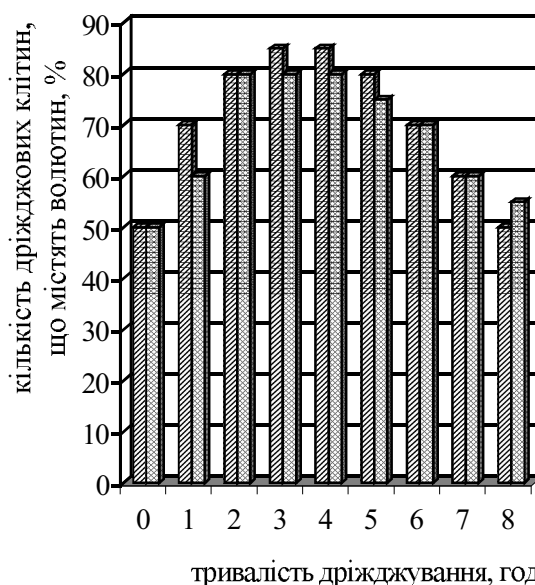
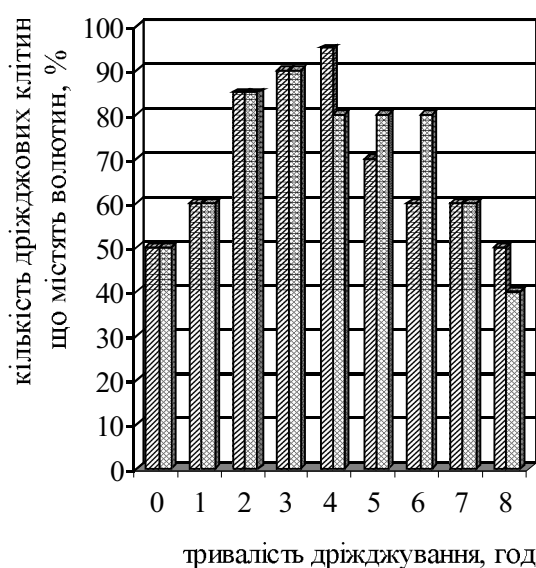


Рис. 3 – Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Одеських південних дріжджів

Рис. 4 – Накопичення дріжджових клітин, що містять волютин у дріжджових клітинах Львівських дріжджів

при дріжджуванні кормового зерна:

при дріжджуванні кормового зерна:

■ зерно пшениці; ▨ – зерно кукурудзи.

■ – зерно пшениці; ▨ – зерно кукурудзи.

Таблиця 2 – Амінокислотний склад білків збагаченого зерна пшениці, % від сирого протеїну N×6,25 (у розрахунку на суху речовину)

Амінокислоти		Спосіб обробки зерна пшениці			
		без обробки	екструдоване зволожено водою	дріжджоване зерно пшениці	екструдоване зерно пшениці, збагачене дріжджованим зерном пшениці
незамінні	валін	0,39 ± 0,1	0,41 ± 0,1	0,89 ± 0,1	0,50 ± 0,1
	ізолейцин	0,27 ± 0,1	0,28 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,33 ± 0,1
	лейцин	0,75 ± 0,2	0,80 ± 0,2	1,61 ± 0,2	1,01 ± 0,2
	лізин	0,21 ± 0,1	0,22 ± 0,1	0,51 ± 0,1	0,28 ± 0,1
	метіонін+цистин	0,16 ± 0,1	0,17 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,22 ± 0,1
	треонін	0,21 ± 0,1	0,22 ± 0,1	0,47 ± 0,1	0,27 ± 0,1
	триптофан	0,15 ± 0,1	0,14 ± 0,1	0,18 ± 0,1	0,14 ± 0,1
	фенілаланін+тирозин	0,48 ± 0,1	0,51 ± 0,1	1,17 ± 0,1	0,61 ± 0,1
	Разом	2,62	2,75	5,83	3,36
замінні	аргінін	0,24 ± 0,1	0,25 ± 0,1	0,48 ± 0,1	0,29 ± 0,1
	аланін	0,32 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,73 ± 0,1	0,42 ± 0,1
	аспарагінова кислота	0,39 ± 0,1	0,41 ± 0,1	0,89 ± 0,1	0,49 ± 0,1
	гістидин	0,11 ± 0,1	0,11 ± 0,1	0,20 ± 0,1	0,11 ± 0,1
	гліцин	0,33 ± 0,1	0,36 ± 0,1	0,75 ± 0,1	0,45 ± 0,1
	глутамінова кислота	3,01 ± 0,2	3,13 ± 0,2	6,68 ± 0,2	4,15 ± 0,2
	пролін	1,40 ± 0,2	1,44 ± 0,2	3,81 ± 0,2	1,94 ± 0,2
	серін	0,37 ± 0,1	0,39 ± 0,1	0,82 ± 0,1	0,48 ± 0,1
	Разом	6,17	6,45	14,36	8,33
Усього	8,79	9,20	20,19	11,69	

Значні втрати масової частки вологи в зерні призводять не тільки до глибоких змін структури компонентів, але й до глибоких хімічних та біохімічних змін їх складу.

Враховуючи, що екструдкування зерна проводили при температурі 90...110 °С протягом 120 с, викликало значний інтерес дослідження зміни амінокислотного складу білків під впливом екструдкування. Результати цих досліджень представлені в таблиці 2.

Аналіз даних свідчить про те, що екструдкування впливає не тільки на вміст білка в зерні, але й на його біологічну цінність, тобто на загальний вміст амінокислот [9].

У процесі дріжджування зерна пшениці хлібопекарськими пресованими Одеськими південними дріжджами загальний вміст амінокислот збільшився в 2,3 рази в порівнянні з загальним вмістом амінокислот вихідного зерна пшениці, яке не підлягало обробці, а загальний вміст амінокислот в екструдованому зерні пшениці, збагаченому дріжджованим зерном пшениці, підвищився в 1,3 рази до загального вмісту амінокислот вихідного зерна пшениці. При цьому вміст деяких основних незамінних амінокислот також збільшився (%): лізину – 25, метіоніну і цистину – 27. Звертає на себе увагу, що серед незамінних амінокислот основна критична амінокислота триптофан практично не змінюється в процесі дріжджування зернової суміші та при екструдванні зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці.

**Таблиця 3 – Зміни кількісно-якісного складу при зберіганні зерна підвищеної кормової цінності**

Зернова сировина	Тривалість зберігання, днів									
	0		30		60		90		120	
	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г	МАФАнМ, КУО/г	Мікроміцети, спор/г
Вихідне зерно пшениці	1,5*10 <sup>5</sup>	7,7*10 <sup>2</sup>	1,4*10 <sup>5</sup>	7,5*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>5</sup>	6,3*10 <sup>2</sup>	4,2*10 <sup>4</sup>	5,7*10 <sup>2</sup>	3,3*10 <sup>4</sup>	3,5*10 <sup>2</sup>
Екструдоване зерно пшениці зволожено водою	5,7*10 <sup>4</sup>	1,3*10 <sup>3</sup>	5,5*10 <sup>4</sup>	1,3*10 <sup>3</sup>	8,5*10 <sup>4</sup>	1,3*10 <sup>3</sup>	3,2*10 <sup>3</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	3,1*10 <sup>3</sup>	4,3*10 <sup>1</sup>
Екструдоване зерно пшениці збагачене 5 % дріжджованим зерном пшениці	1,9*10 <sup>4</sup>	1,5*10 <sup>4</sup>	2,0*10 <sup>4</sup>	1,4*10 <sup>4</sup>	8,5*10 <sup>4</sup>	1,1*10 <sup>4</sup>	9,7*10 <sup>3</sup>	1,6*10 <sup>3</sup>	6,3*10 <sup>3</sup>	1,2*10 <sup>2</sup>
Екструдоване зерно пшениці збагачене 10 % дріжджованим зерном пшениці	3,7*10 <sup>4</sup>	1,5*10 <sup>5</sup>	3,3*10 <sup>4</sup>	1,5*10 <sup>5</sup>	5,5*10 <sup>4</sup>	1,4*10 <sup>4</sup>	1,1*10 <sup>4</sup>	2,1*10 <sup>3</sup>	6,8*10 <sup>3</sup>	4,3*10 <sup>1</sup>
Екструдоване зерно пшениці збагачене 15 % дріжджованим зерном пшениці	1,5*10 <sup>4</sup>	1,8*10 <sup>2</sup>	1,8*10 <sup>4</sup>	1,4*10 <sup>2</sup>	8,5*10 <sup>4</sup>	7,0*10 <sup>3</sup>	8,4*10 <sup>3</sup>	9,8*10 <sup>1</sup>	2,9*10 <sup>4</sup>	5,3*10 <sup>1</sup>
Екструдоване зерно пшениці збагачене 20 % дріжджованим зерном пшениці	7,5*10 <sup>4</sup>	1,5*10 <sup>2</sup>	7,5*10 <sup>4</sup>	1,7*10 <sup>2</sup>	2,3*10 <sup>4</sup>	1,7*10 <sup>4</sup>	4,5*10 <sup>3</sup>	5,9*10 <sup>2</sup>	8,1*10 <sup>3</sup>	3,6*10 <sup>1</sup>

Санітарну якість та ефективність зберігання зерна підвищеної кормової цінності оцінювали за мікробіологічними показниками протягом 4-х місяців зберігання. Оскільки зерно підвищеної кормової цінності – це екструдоване зерно пшениці, яке збагачене дріжджованим зерном пшениці, важливо було прослідити наявність мікроміцетів у процесі зберігання. Кількісно-якісний склад мікрофлори обробленого зерна в процесі зберігання наведено в табл. 3.

У процесі екструдкування в результаті впливу тиску та температури відбувається знезараження мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів у зерні пшениці. В процесі всього терміну зберігання відбувалось поступове зменшення кількості мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів, що пояснюється невисокою вологістю зерна та впливом високої температури та тиску при екструдванні.

Таким чином, рекомендовано зберігати екструдоване зерно пшениці підвищеної кормової цінності при відносній вологості 70...80 % та температурі навколишнього середовища ( $10 \pm 2$ ) °C без загрози погіршення його якості протягом 3-х місяців.

На основі отриманих даних можна зробити такі висновки:

1. Встановлено, що найбільшу кількість дріжджових клітин на одному й тому самому середовищі за тих самих умов можна отримати при застосуванні штаму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* виробництва Одеського заводу хлібопекарських пресованих дріжджів.

2. Вміст сирого протеїну зерна пшениці після дріжджування протягом 4-х годин при температурі 30 °C, рН-середовищі 4,5...5,5 та безперервному перемішуванні збільшився на 11 % (на суху масу) у порівнянні з приготовленим субстратом, який містив необроблене зерно.

3. Встановлено, що загальний амінокислотний склад екструдованого зерна пшениці, збагаченого дріжджованим зерном пшениці, покращився за рахунок збільшення вмісту лізину на 33 %, метіоніну + цистину – 38 %, лейцину – 35 %, ізолейцину – 22 %, треоніну – 29 %, валіну – 28 % та фенілаланіну + тирозину – 25 %.

4. Встановлено строки зберігання зерна підвищеної кормової цінності за відносної вологості повітря 70...80 % та температури навколишнього середовища ( $10 \pm 2$ ) °C протягом 3-х місяців, які не призводять до погіршення основних показників якості.

### Література

1. Промышленная микробиология: учеб. пособие для вузов по спец. «Микробиология» и «Биология» / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др., Под ред. Н.С. Егорова. – М.: Высш. шк., 1989. – 688 с.
2. Хіміч, В. Біологічно повноцінні комбікорми / В. Хіміч, І. Величко, О. Хіміч // Зерно і хліб. – 2001. – № 4. – С. 24.
3. Экспертиза кормов и кормовых добавок: учеб.-справ. пособие / К.Я. Мотовилов, А.П. Булатов, Н.Н. Ланцева и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 303 с.
4. Адаменко Т. Влияние погодных условий на формирование урожая зерновых в 2007 году // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 5. – С.12-13.
5. Резервы кормопроизводства (дрожжевание отходов полеводства). – Фрунзе, 1983. – 9 с.
6. Свеженцов А.И., Коротко В.Н. Нетрадиционные кормовые добавки для животных и птицы. – Днепропетровск, 2004. – 170 с.
7. Єгоров, Б.В. Біотехнологічні засоби збагачення концентрованих кормів мікробіологічним білком [Текст] / Б.В. Єгоров, О.М. Кананихіна, Т.М. Давиденко // Зернові продукти і комбікорми. – 2008. – №2. (30). – С. 27-30.
8. Єгоров, Б.В. Біотехнологія підвищення кормової цінності концентрованих кормів [Текст] / Б.В. Єгоров, О.М. Кананихіна, Т.М. Давиденко // Хранение и перераб. зерна. – 2008. – № 7(109). – С. 55-57.
9. Шаповаленко, О.І. Екструдовані зернові продукти підвищеної кормової цінності [Текст] / О.І. Шаповаленко, О.Ю. Супрун-Крестова // Хранение и перераб. зерна. – 2004. – № 12. – С. 42.
10. Борисова, С.В. Использование дрожжей в промышленности [Текст] / С.В. Борисова, О.А. Решетник, З.Ш. Мингалеева. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 216 с.
11. Производство хлебопекарных дрожжей [Текст] / Н.М. Семихатова, М.Ф. Лозенко, Л.Д. Белова и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.

УДК 005.93-025.13:636.085.55

## ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

**Єгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, член-кор. НААН України, заслужений діяч науки і техніки,  
Чайка І.К., канд. техн. наук, доцент, Браженко В.Є., канд. техн. наук, асистент  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

*Наведені варіанти проектних розробок компонування обладнання на комбікормових підприємствах. Комплексний інноваційний підхід до компонування обладнання при реконструкції, технічному переоснащенні діючих комбікормових підприємств з урахуванням фізичних властивостей сировини, якісних пока-*