

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

УДК 336.087.7:67.02

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БІЛКОВО-ВІТАМІННОЇ
ДОБАВКИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ
TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF PROTEIN-VITAMIN
ADDITIVE BY BIOTECHNOLOGICAL METHOD

Сгоров Б.В., д-р техн. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України,
Кананихіна О.М., канд. техн. наук, доцент, Турпурова Т.М., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій
Yegorov B.V., Kananykhina O.M., Turpurova T.M.
Odessa National Academy of Food Technologies

Copyright © 2018 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація. В матеріалах статті розглянуто проблему білоквісних кормів в годівлі сільськогосподарських тварин. Надано функціональну схему виробництва білково-вітамінної добавки біотехнологічним методом, яка включає наступні етапи: підготовка меляси, культивування дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, приготування розчину солей та стимуляторів росту, дріжджування при температурі 30 °C, рН-середовищі 4,5...5,5, а також підготовка зернової сировини. Отриману біомасу змішують з підготовленим зерном пшениці у співвідношенні від 10:90 до 20:80 і подають на лінію екструдуювання. Екструдуювання здійснюють при температурі 110...130 °C та тисковій парі 2...3 МПа. Екструдат охолоджують до температури не вище 10 °C температури навколишнього середовища і подрібнюють до крупності, передбаченої відповідним рецептом комбікорму. Досліджено процес вирощування дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*. Підібрано склад поживного середовища на основі меляси. Визначено вміст сирого протеїну в екструдованому зерні зволоженого мелясою.

Abstract. The article discusses the problem of protein in feeding farm animals. Sources of protein, in particular animal fodder, which today are traditional and valuable, are considered. The possibility of solving problems of full feeding of animals and poultry by biotechnology is offered. The technologies of growing microorganisms on by-products of agriculture and industry are analyzed. The technology of production of high quality fodder was developed by growing *Saccharomyces cerevisiae* on molasses with subsequent moisture of grain raw materials before extrusion. The description and functional scheme of production of protein-vitamin supplement by the biotechnological method is given. The functional scheme of this technology includes the following steps: the preparation of molasses, that is, the nutrient medium for growing yeasts of the species *Saccharomyces cerevisiae*, the preparation of salt solution and growth promoters, the introduction of yeast and the process of yeast - at a temperature of 30 °C, pH 4,5...5,5, continuous mixing and the presence of the necessary ammonium and phosphate salts, as well as the preparation of grain raw materials. The resulting molasses, on which the baked yeast of the species *Saccharomyces cerevisiae*, are mixed with prepared wheat grains in the ratio of 10:90 to 20:80 and fed to the extrusion line. Extruding is carried out at a temperature of 110...130 °C and pressure vapor of 2...3 MPa. The extrudate is cooled to a temperature not higher than 10 °C of the environment and crushed to the size provided by the appropriate recipe for mixed feed. The process of growing yeasts of the species *Saccharomyces cerevisiae* has been investigated. Selected nutrient medium based on molasses for growing yeasts of the species *Saccharomyces cerevisiae*. The content of crude protein in the extruded milled molasses, in which the yeast is grown, is determined.

Ключові слова: меляса, дріжджі, дріжджування, екструдуювання, білково-вітамінна добавка, технологія, технологічна схема

Key words: molasses, yeast, yeasting, extruding, protein-vitamin additive, technology, technological scheme

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Проблема споживання білка є актуальною як для людей, так і тварин. Рослини мають здатність до синтезу амінокислот із неорганічних азотомістких речовин, тварини мають одержувати білки та амінокислоти, в тому числі разом з кормами [1].

Всередині ХХ століття стало очевидним, що задовольнити зростаючу потребу людей і свійських тварин у білках традиційними шляхами нереально. Дефіцит кормового білка призводить до зниження продуктивності тварин на 30...35 %, підвищення собівартості тваринницької продукції і витрати кормів приблизно у півтора рази. Однак проблема не зводиться тільки до одержання з раціоном певної кількості білка. Необхідно, щоб у ньому була достатня кількість незамінних амінокислот у певному співвідношенні. Традиційно основним джерелом білка у раціоні тварин є зерно злакових культур, але в ньому мало білка і він є неповноцінним. Джерелом повноцінного білка є корми тваринного походження – м'ясна, м'ясо-кісткова, рибна мука, молоко і відходи його переробки. Ці корми дефіцитні і мають високу вартість [1-4].

Виготовляти комбікормову продукцію слід із врахуванням виду та кількості сировини, а також її поживної, кормової і енергетичної цінності. Враховується також види та кількість сировини у складі комбікорму. Тому комбікорми виготовляють за допомогою науково-обґрунтованих і грамотно складених рецептів, які, в свою чергу, враховують вид, вік та тип тварини. Готовий комбікорм повинен забезпечувати всі потреби організму тварини, птиці або риби.

Вирішення проблем повноцінної годівлі тварин та птиці безперервно пов'язано з розробленням новітніх технологій для виробництва високоякісних комбікормів.

Сучасна наука знайшла шляхи та можливості синтезувати речовини, які необхідні живим організмам для їх росту та повноцінного розвитку. Перш за все, біотехнологічним шляхом [1, 5].

Мікроорганізми – продуценти білків відзначаються дуже високою інтенсивністю накопичення біомаси, яка в 500...5000 разів вище, ніж у рослин або тварин. Дріжджі здатні накопичувати до 60 %, бактерії – до 75 % білка за масою. Коливання вмісту білка у сухій речовині біомаси мікроорганізмів наведено у табл. 1 та може складати від 19 до 90 % [1, 5].

Таблиця 1 – Вміст білка в клітинах деяких бактерій і грибів, % від сухої маси [5]

Мікроорганізм	Білок, %	Мікроорганізм	Білок, %
<i>Rhodotorula rubra</i>	56	<i>Bacillus megaterium</i>	39
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	56	<i>Lactobacillus fermentans</i>	87
<i>Candidia utilis</i>	53	<i>Lactobacillus casei</i>	47
<i>Candidia arborea</i>	46	<i>Streptomyces griseus</i>	57
<i>Bacillus subtilis</i>	63	<i>Eserihia coli</i>	82

Крім цього, мікроорганізми можуть використовувати як субстрат різноманітні речовини, які в основному є відходами інших виробництв. Джерелом сировини для них є рідкі парафіни нафти, метан природного газу і біогазу, метиловий і етиловий спирти, рослинна сировина, відходи і побічні продукти сільськогосподарства і промисловості (солота, корзинки соняшника після видалення насіння, гичка, дерев'яна тирса, стружка, целюлоза, меляса, молочна сироватка, гнойова біомаса тощо) [1, 6-10].

Для одержання кормової білкової біомаси використовують різні раси дріжджів, але найчастіше – культури родів *Candidia*, *Torulopsis* і *Saccharomyces*, що здатні засвоювати гексози, пентози й органічні кислоти. В процесі виробництва вони швидко адаптуються до токсичних та інгібуючих речовин. Добре ростуть при рН 4,2...4,4. Традиційними для культивування дріжджів є вуглецеві субстрати – меляса, гідролізати деревини, молочна сироватка, відходи крохмального виробництва і сільськогосподарства [1, 5, 11].

Метою роботи є впровадження біотехнологічних методів в технологію покращення кормової і поживної цінності зернової сировини.

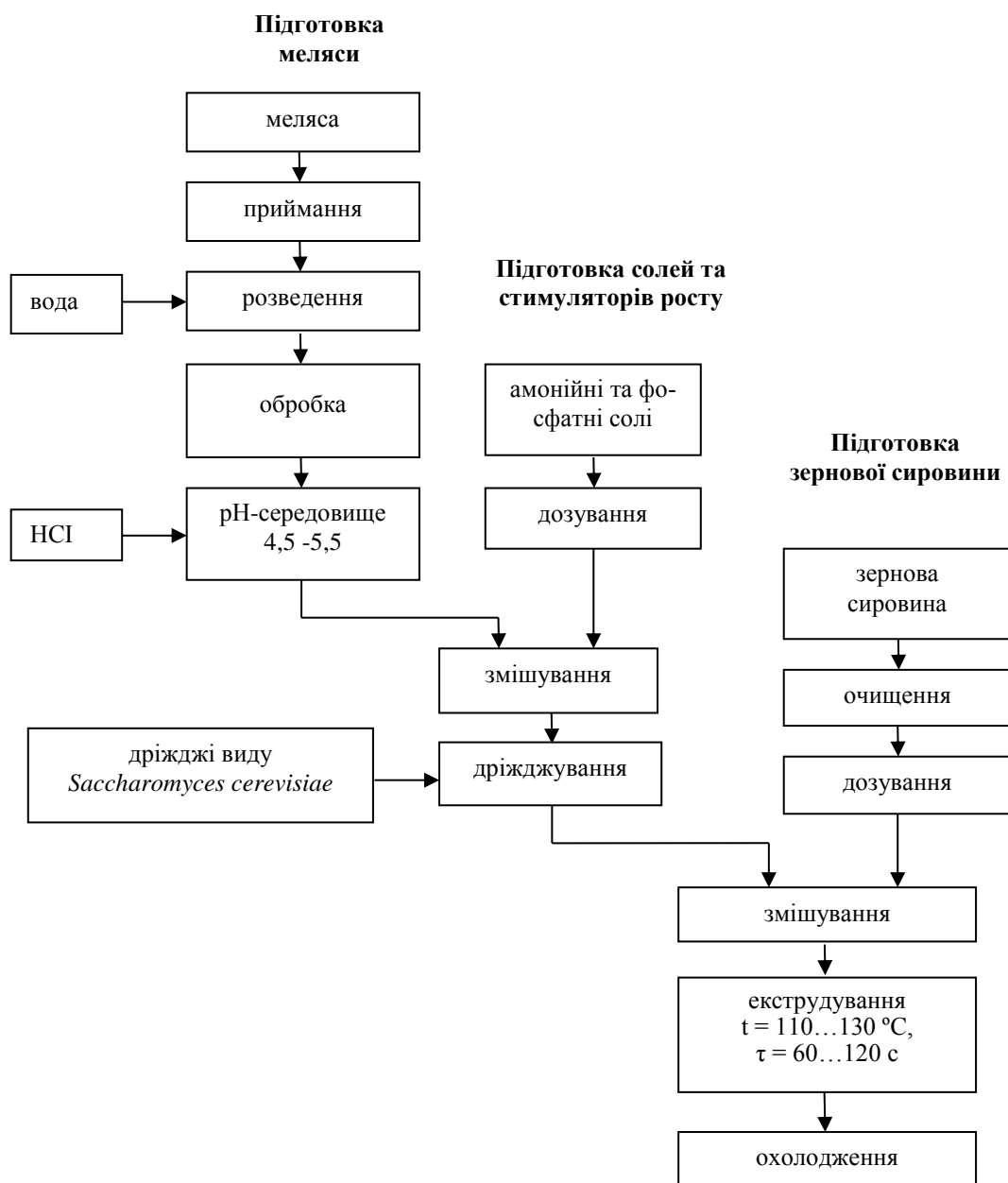
Для досягнення поставленої мети були проведені наступні дослідження:

- оптимізовано технологію виробництва білково-вітамінної добавки біотехнологічним методом;
- визначенні показники якості меляси;
- підібрано поживне середовище на основі меляси для вирощування хлібопекарських дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*;

– вибрано та обґрунтовано оптимальне співвідношення поживного середовища, на якому вирощені *Saccharomyces cerevisiae*, та необробленого зерна для подальшого екструдуювання збагаченого зерна.

Запропоновано технологію виробництва білково-вітамінної добавки біотехнологічним методом (рис. 1).

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК



**Рис. 1 – Функціональна схема технології виробництва білково-вітамінної
добавки біотехнологічним методом**

Функціональна схема даної технології включає наступні етапи: підготовка меляси, поживного середовища для вирощування дріжджів виду *Saccharomyces cerevisiae*, приготування розчину солей та стимуляторів росту, внесення дріжджів та здійснення процесу дріжджування – при температурі 30 °С, рН-середовищі 4,5...5,5, безперервному перемішуванні, а також підготовка зернової сировини. Отриману мелясу, на якій вирощені дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* змішують з підготовленим зерном пшениці у співвідношенні від 10:90 до 20:80 і подають на лінію екструджування [14]. Екструджування здійснюють при температурі 110...130 °С та тискові пари 2...3 МПа. Екструдат охолоджують до температури не вище 10 °С навколишнього середовища і подрібнюють до крупності, передбаченої відповідним рецептом комбікорму.

Поживним середовищем для вирощування дріжджів була меляса, що є побічним продуктом буряково-цукрового виробництва, а також одного із цінних кормових відходів [10 - 12].

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Мелясу, в якості рідкого компоненту, застосовують для збільшення виробництва комбікормів, підвищення їх якості та розширення асортименту кількості компонентів, що вводяться в комбікорми.

Введення рідких компонентів не тільки підвищує поживну цінність комбікормів, але і дозволяє раціонально використовувати кормові відходи харчової та інших галузей промисловості, а також перешкоджає виділенню пилу при приготуванні комбікормів та їх згодовуванні тваринам.

Хімічний склад меляси нестабільний: різні кліматичні умови вирощування, тривалість періоду збирання, різний ступінь зрілості цукрових буряків перед переробкою, а також відмінність технологій переробки цукрового буряку на різних цукрових заводах.

Для вирощування хлібопекарських дріжджів нами було взято мелясу, показники якості якої відповідають вимогам ДСТУ 3696-98 та представлені в табл. 2.

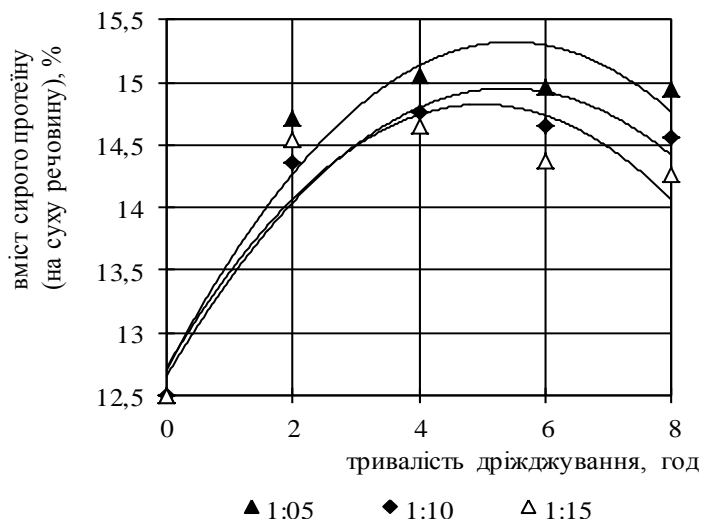
Таблиця 2 – Показники якості меляси

Найменування показників	Дослідні дані	Вимоги ДСТУ 3696-98 [13]
Органолептичні		
Зовнішній вигляд	Густа непрозора рідина	Густа непрозора рідина
Запах	Властивий буряковій мелясі	Властивий буряковій мелясі
Колір	коричневий	Від коричневого до темно-бурого
Смак	Солодкий з гіркуватим присмаком	Солодкий з гіркуватим присмаком
Розчинність у воді	Добре розчинна	Добре розчинна
Фізико-хімічні		
Величина рН	8,0	6,5...8,5
Густина, кг/м ³ , не менше	1,44	1,4...1,45
Вязкість, η , Па/с, не менше	4,3	4,0...4,5
Температура загусання, °С	20,0	20,-
Масова частка сухих речовин, %, не менше	-	75,0

Для вирощування дріжджів використовували середовище, до складу якого входить меляса, амонійні та фосфатні солі. Для досягнення відповідного рівня цукру в поживному середовищі на основі меляси нами запропоновано розведення меляси у співвідношенні 1:5, 1:10, 1:15.

Відомо, що меляса заражена сторонньою мікрофлорою, життєдіяльність якої призводить до порушення технологічних процесів. Для знешкодження сторонньої мікрофлори меляса належним чином обробляється. Нами було здійснено обробку для повного придушення мікроорганізмів молочних бактерій, диких дріжджів, цвілевих грибів, тощо.

Відомо, що рН оптимум сахароміцетових дріжджів знаходиться в діапазоні 4,5...5,5. Тому



**Рис. 2 – Визначення вмісту сирого протеїну
на суху речовину
в екструдованому зерні пшениці**

обов'язково визначали рН-середовища. Для досягнення оптимального значення рН-середовища, поживне середовище підкисляли соляною кислотою. Культивування *Saccharomyces cerevisiae* здійснювали при температурі 30 °С протягом 8 годин. Оскільки вирощування відбувалося у стаціонарних умовах (без додавання поживного середовища), мікроорганізми у своєму розвитку проходили декілька стадій (фаз) росту і розмноження (рис. 2) [15, 16].

Скрінінг сучасних технологій виробництва комбікормів, білково-вітамінних добавок та обробки зернової сировини показав, що теплова обробка, зокрема технологічний процес екструдуювання, є важливим технологічним процесом, в результаті якого покращується поживна цінність та санітарна якість сировини та готової продукції.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

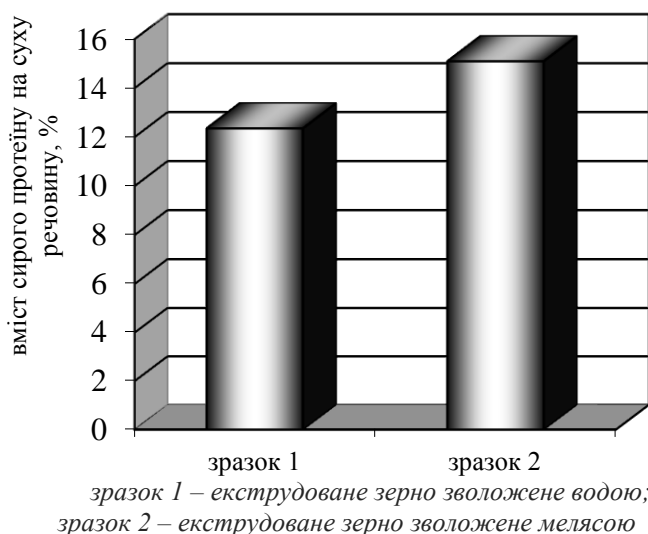


Рис. 3 – Вміст сирого протеїну на суху речовину

15,1 %. Вміст сирого протеїну на суху речовину в екструдованому зерні пшениці, зволоженого водою складає 12,4 %. В екструдованому зерні зволоженого мелясою, на якій вирощені *Saccharomyces cerevisiae*, вміст сирого протеїну більше на 2,5 % в порівнянні з екструдованим зерном пшениці зволоженим водою.

Висновки. Однією з найбільш гострих проблем в комбікормовій промисловості є дефіцит кормового білка внаслідок зменшення вмісту сирого протеїну в зернових культурах за рахунок виснаження земель, кліматичних умов; скорочення посівів зернобобових культур; особливо зниженням виробництва білків тваринного походження.

Розроблено функціональну схему виробництва білково-вітамінної добавки, що передбачає вирощування *Saccharomyces cerevisiae* на мелясі з наступним зволоженням зернової сировини перед екструдванням.

Література

- Герасименко В.Г. Біотехнологія. К: Фірма «ІНККОС», 2006. 647 с.
- Егоров Б.В., Макарина А.В., Иванов А.П. Пути снижения стоимости комбикормов для кур-несушек // Зернові продукти і комбікорми, 2003. №1. С. 28 - 31.
- Головня Е. Метод выявления фальсификации рыбной муки // Комбикорма, 2014. №3. С. 70 - 72.
- Файвишевский М. Мясокостная мука: модернизируем переработку // Комбикорма, 2012. № 5. С. 52 - 53.
- Елинов Н.П. Основы биотехнологии. СПб.: Наука, 1995. 601 с.
- Хаєцька О.П. Економічні особливості виробництва біоетанолу з цукрових буряків в сучасних умовах // Збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця, 2011. 276 с.
- Хижняк М.І., Цюнь Н.І. Спиртова барда як цінна кормова добавка й органічне добриво у сільському господарстві // Рибогосподарська наука України, 2010. Т. 2, вип. 2. С. 122 - 130.
- Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: монографія / за ред. В.В. Клименка та ін. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. 162 с.
- Єгоров Б.В., Давиденко Т.М. Вдосконалення підготовки концентрованих кормів при виробництві повноцінних комбікормів для сільськогосподарських тварин // Корми і кормовиробництво, 2008. № 61. С.135 - 140.
- Спосіб виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів з меляси : патент на винахід 38449 Україна : МПК 7 C12N1/18 / Янчевський В.К. та ін. № 2000073974; заявл. 05.07.2000; опубл. 15.09.2004, Бюл. № 9.
- Скиба Е.А. Технология производства дрожжей : учебное пособие. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. 121 с.

Фактором, який суттєво впливає на ефективність процесу екструдвання, є вологість сировини, яка повинна не перевищувати 20 %. Враховуючи специфічність поживного середовища для *Saccharomyces cerevisiae* на основі меляси, нами запропоновано вводити його до складу зерна при екструдванні як джерело протеїну та зволожувач.

В процесі культивування дріжджів визначали вміст сирого протеїну в екструдованому зерні пшениці, обробленого мелясою, на якій вирощені *Saccharomyces cerevisiae*.

Із наведених даних на рис. 2 видно, що дріжджі виду *Saccharomyces cerevisiae* ростуть при різних розведеннях меляси, але найбільш сприятливе середовище при гідромодулі меляси і води 1:5.

Вміст сирого протеїну в розробленій білково-вітамінній добавці складає

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

12. Зброджування цукровмісних продуктів цукрового виробництва в біоетанол // Коваль О.О. та ін. Цукор України, 2014. №2 (98).
13. ДСТУ 3696-98. М'яса бурякова. Технічні умови. [Чинний від 1998-08-07]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1998. 21 с.
14. Сгоров Б.В., Бурдо О.Г., Давиденко Т.М. Математичне моделювання технологічного процесу екструджування зернової суміші збагаченої дріжджованим зерном пшениці // Зернові продукти і комбікорми, 2009. № 1. С. 38 - 42.
15. Сгоров Б.В., Кананихіна О.М., Давиденко Т.М. Біотехнологічні засоби збагачення концентрованих кормів мікробіологічним білком // Зернові продукти і комбікорми, 2008. № 2. С. 27 - 30.
16. Сгоров Б.В., Кананихіна О.М., Давиденко Т.М. Удосконалення технології підготовки зернової сировини при виробництві повноцінних комбікормів // Наукові праці ОНАХТ, 2008. Вип. 34. Т 1. С. 124 - 131.

References

1. Herasymenko, V. H. (2006). Biotekhnolohiia. K.: Firma «INKOS», 647.
2. Ehorov, B. V., Makarynskaia, A. V., & Yvanov, A. P. (2003). Puty snyzheniya stoymosty kombykormov dlia kur-nesushek. *Zernovi produkty i kombikormy*, 1, 28 - 31.
3. Holovnia, E. (2014). Metod viavlenyia falsyfikatoriv ribnoi muky. *Kombykorma*, 3, 70 - 72.
4. Faivyshevskiy, M. (2012). Miasokostnaia muka: modernyzyryem pererabotku. *Kombykorma*, 5, 52 - 53.
5. Elynov, N. P. (1995). Osnovy byotekhnolohyy. *SPb.: Nauka*, 601.
6. Khaletska, O. P. (2011). Ekonomichni osoblyvosti vyrobnytstva bioetanolu z tsukrovyykh buriakiv v suchasnykh umovakh. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Vinnytsia*, 276.
7. Khyzhniak, M. I., & Tson, N. I. (2010). Spyrtova barda yak tsinna kormova dobavka y orhanichne dobrovyo u silskomu hospodarstvi. *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2(2), 122 - 130.
8. Klymenko, V. V., Kravchenko, V. I., Hutsul, V. I., & Bokov, V. M. (2017). Tekhnolohichni osnovy vyhotovlennia biopalyva z roslynnykh vidkhodiv ta yikh kompozytiv. *Kropyvnytskyi: PP «Ekskliuzyv-System»*, 162.
9. Yehorov, B. V., & Davydenko, T. M. (2008). Vdoskonalennia pidhotovky kontsentrovanykh kormiv pry vyrobnytstvi povnotsinnykh kombikormiv dlia silskohospodarskykh tvaryn. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 61, 135 - 140.
10. Yanchevskiy, V. K., Oliinichuk, S. T., Levandovskiy, L. V., Tkachenko, A. F., Koval, E. A., Rudnichenko, L. V., ... & Rudnychenko, L. V. (2004). Sposib vyrobnytstva presovanykh khlibopekarskykh drizhdzhiv z meliasy. *Patent na vynakhid № 38449*.
11. Skyba, E. A. (2010). Tekhnolohiya proyzvodstva drozhzhei: uchebnoe posobyе. *Byisk: Yzd-vo Alt. hos. tekhn. un-ta*. 121.
12. Koval, O.O., Oliinichuk, S.T., Khomichak, L.M., Batoh, Yu.O. & Lysak, T.I. (2014). Zbrodzhuvannia tsukrovymisnykh produktiv tsukrovoho vyrobnytstva v bioethanol. *Tsukor Ukrainy*. 2 (98). 10–13.
13. ДСТУ 3696–98. Меліаса бурякова. Технічні умови. Чинні від 07.08.1998. *Київ, Держстандарт України*, 21.
14. Yehorov, B. V., Burdo, O. H., Davydenko, T.M. (2009). Matematychnе modeliuvannia tekhnolohichnoho protsesu ekstruduvannia zernovoi sumishi zbahachenoї drizhdzhovanym zernom pshenytsi. *Zernovi produkty i kombikormy*. 1. 38–42.
15. Yehorov, B. V., Kananykhina, O. M., Davydenko, T.M. (2008). Biotekhnolohichni zasoby zbahachennia kontsentrovanykh kormiv mikrobiolohichnym bilkom. *Zernovi produkty i kombikormy*. 2. 27–30.
16. Yehorov, B. V., Kananykhina, O.bM., Davydenko, T. M. (2008). Udokonalennia tekhnolohii pidhotovky zernovoi syrovyny pry vyrobnytstvi povnotsinnykh kombikormiv. *Naukovi pratsi ONAKhT*. 34(1), 124 - 131.

Cite as

Сгоров Б.В., Кананихіна О.М., Турпурова Т.М. Технологія виробництва білково-вітамінної добавки біотехнологічним методом // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2018. Т. 82, вип. 2. С. 4 – 9.

Отримано в редакцію 24.08.2018
Прийнято до друку 02.10.2018

Received 24.08.2018
Approved 02.10.2018