

## СКЛАД ТА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОПОЛІМЕРНОГО КОМПЛЕКСУ ПЕЧЕРИЦЬ

Досліджено гідроліз некондиційної сировини печериць в модельній системі шлунково-кишкового тракту. Визначено, що в травній системі під дією ферментів білкова компонента розщеплювалась на 73,0 %, вуглеводи грибною біомасою гідролізувались на 54,0 %, ліпіди – на 88,0 %. Кінцевий негідролізований залишок має вигляд волокон, які представляють собою біополімерний комплекс клітинної стінки грибів, що виявляє властивості ентеросорбентів: він характеризується високими показником водоутримуючої здатності, є активним сорбентом холевой кислоти, фенолу та іонів свинцю, а також йому притаманна жирозв'язуюча здатність. Перспективне включення некондиційної сировини печериць до складу продуктів харчування, які будуть проявляти ентеросорбційні властивості.

**Ключові слова:** печериці, некондиційна сировина, біополімери, перетравлення

Investigated the hydrolysis of substandard mushrooms in a model system of the gastrointestinal tract. It is shown protein component hydrolyzes by 81,0 %, carbohydrates hydrolyzes mushroom biomass by 54,0 %, lipids - by 88,0 % in the digestive system under the action of enzyme. The remainder possess properties of enterosorbents. It is perspective substandard mushrooms are includes to new food products.

**Keywords:** pecherici, unstandard raw material, biopolymers, overcooking.

Макроскопічні гриби широко розповсюджені на території України і є традиційним продуктом харчування багатьох поколінь. З промислових видів дикорослих грибів найбільшою біологічною цінністю характеризуються білі гриби, маслюки, лисички, опеньки, підосиновики, підберезники, зеленушки, польова печериця, польський гриб тощо. Проте в останній час найбільший попит серед споживачів мають гриби, які вирощуються в промислових масштабах. Це пояснюється тим, що розроблені біотехнологічні методи культивування в контрольованих умовах попереджають накопичення в їхньому складі екотоксикантів [1].

Найбільш розповсюдженою серед культивованих грибів є печериця двоспорова (*Agaricus bisporus*), об'єми вирощування якої сягають 75,0 % від їх загальної кількості [2]. Вирощування печериць та виробництво продуктів харчування з них супроводжується накопиченням значної кількості некондиційної сировини, придатної до споживання. В подальшому в харчовому виробництві вона не використовується із-за невідповідності її окремим вимогам стандартів, які ставляться до грибів [3]. В зв'язку з цим, актуальною є оцінка можливості застосування вторинної грибною сировини як інгредієнта продуктів харчування, харчова цінність якої обумовлена хімічним складом та ступенем засвоюваності складових компонентів [4].

Мета роботи полягала в характеристиці хімічного складу, ступеня перетравності біополімерного комплексу некондиційної сировини печериць та оцінка його функціонально-фізіологічних властивостей.

Хімічний склад грибною сировини характеризували за вмістом загального азоту методом К'ельдаля, білка – методом Лоурі, вуглеводів – за редуруючими речовинами у складі полісахаридних гідролізатів, хітину – за гексозаміном, що утворився при гідролізі клітинних стінок – методом Елсона-Моргана, ліпідів – екстракцією хлороформом в апараті Сокслета, золи - спалюванням з наступним прожарюванням мінераль-

ного залишку при 500-600 °С, спирторозчинних речовин – ваговим методом, фенольних речовин і каротиноїдів – спектрофотометричним методом. Загальну вологість сировини визначали висушуванням при 105 °С до постійної маси. Вміст осмотично-зв'язаної води в грибною біомасою встановлювали рефрактометричним методом [5]. Перетравність біомаси печериць визначали в модельній системі ферментів шлунково-кишкового тракту за наступною схемою (рис. 1). Грибну сировину розділили на три частини: першу порцію обробляли розчином  $\alpha$ -амілази, другу – розчином  $\alpha$ -амілази та шлунковим соком, третю – розчином  $\alpha$ -амілази, шлунковим соком, жовчю та розчином панкреатину. Оцінку глибини ферментативного гідролізу основних компонентів грибною біомасою здійснювали за накопиченням в розчинах продуктів їх гідролізу (для білків – за накопиченням тирозину, вуглеводів – за накопиченням редуруючих речовин, ліпідів – за накопиченням високомолекулярних жирних кислот), а також за показником зниження маси твердого залишку і хімічного аналізу кінцевого продукту [6]. Після кожного етапу ферментолізу з використанням травних протеаз проводили мікроструктурні дослідження твердих залишків.

На етапі обробки шлунковим соком визначали антацидні властивості грибною біомасою, контролюючи зміну рН середовища методом потенціометрії. Функціонально-фізіологічні властивості твердих залишків оцінювали за водоутримуючою здатністю (ВУЗ), сорбцією холевих кислот, свинцю, фенолу, а також за жирозв'язуючою здатністю (ЖЗЗ) [7].

Свіжі гриби містять до 90,20 % вологи. Хімічний склад висушеної некондиційної сировини печериць представлено в табл. 1.

Таблиця 1  
 Хімічний склад некондиційної сировини печериць  
 (% сухих речовин)

Показник	Значення
Вологість	9,8
Загальний азот	4,0
Білок	23,1
Ліпіди	9,8
Загальний вміст вуглеводів	22,6
Легкогідролізовані полісахариди (ЛГП)	13,1
Важкогідролізовані полісахариди (ВГП)	9,5
в т.ч. хітин	6,2
Негідролізований залишок	3,9
Спирторозчинні речовини в т.ч. речовини фенольної природи, мг / 100 г	32,8 1,5
Зола	4,8

За результатами аналізу хімічного складу біомаси печериць встановлено, що вони є джерелом сполук білкової природи. У складі білка ідентифіковані всі незамінні амінокислоти. Зі зв'язаних амінокислот незамінні складають 29,8 %, що є показником високої

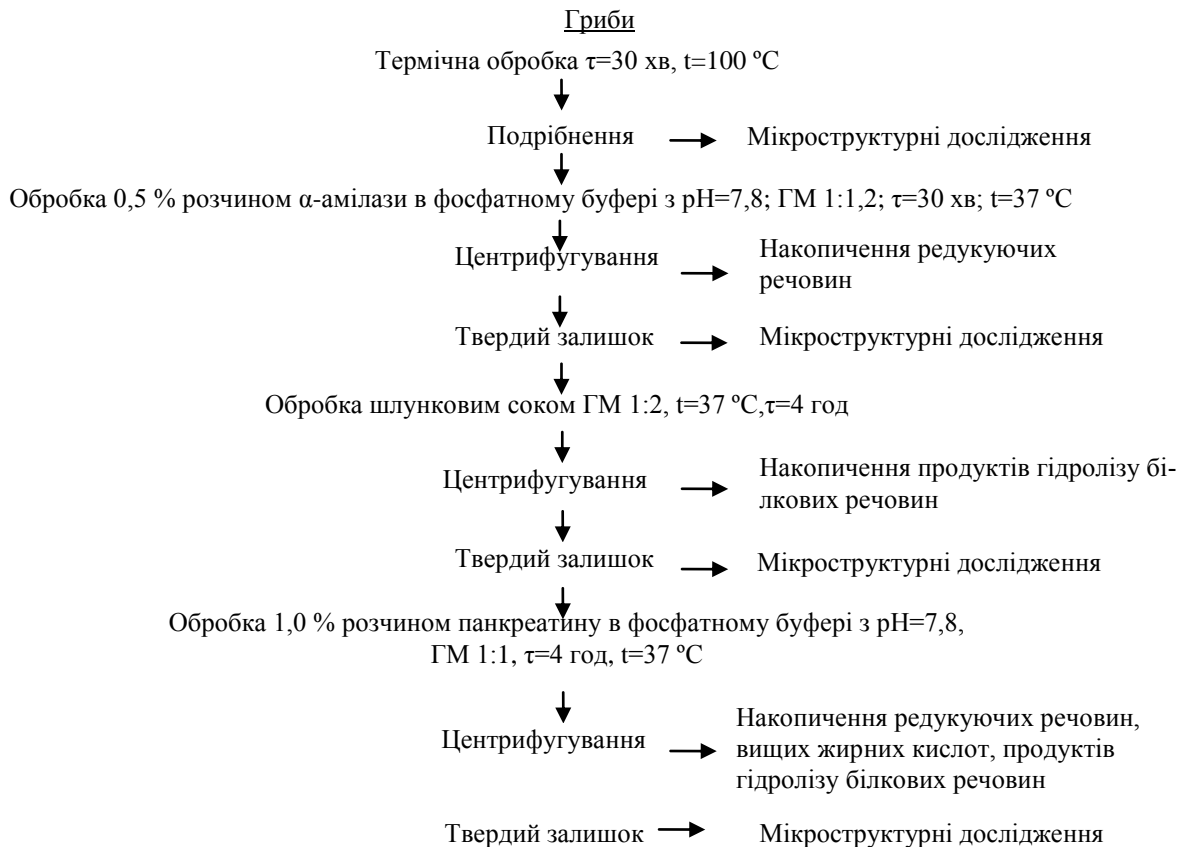


Рис. 1. Схема дослідження перетравності грибною біомаси в умовах шлунково-кишкового тракту

харчової цінності грибною сировини. Згідно значенню коефіцієнта утилітарності в організмі людини грибний білок здатний утилізуватися на 79,0 %. Коефіцієнт відмінності амінокислотного складу (КВАС), що характеризує потенційну можливість використання організмом білка не на пластичні потреби організму, а на анаболічні цілі за катаболічними шляхами, складає 6,7 %. Чим менша величина КВАС, тим вища якість білка. Збалансованість незамінних амінокислот по відношенню до фізіологічної норми характеризує коефіцієнт раціональності амінокислотного складу, який для білка печериць має високе значення ( $R_c = 0,80$ ). Ступінь продуктивного використання незамінних амінокислот організмом людини як пластичного матеріалу (БЦП) дорівнює 93,3 %. Таким чином, грибний білок за повноцінністю перевершує білки зернових продуктів і наближається до м'ясного білка [8].

Одним з основних компонентів, що входять до складу грибів, є полісахариди. Легкогідролізовані полісахариди (ЛГП) розщеплюються переважно з утворенням глюкози, менших кількостей галактози і манози, мінеральних – ксилози і арабінози. На частку хітину в некондиційній сировині печериць припадає більше половини важкогідролізованої фракції полісахаридів (ВГП). У складі гідролізату ВГП поряд з глюкозаміном виявлено глюкозу. В складі ліпідів грибною біомаси переважають поліненасичені жирні кислоти. Мінеральні речовини грибів містять весь спектр необхідних для організму людини макро- та мікроелементів. В печерицях присутні речовини, що екстрагуються спиртом, у складі яких ідентифіковані сполуки фенольної природи. Каротиноїди в сировині не виявлено.

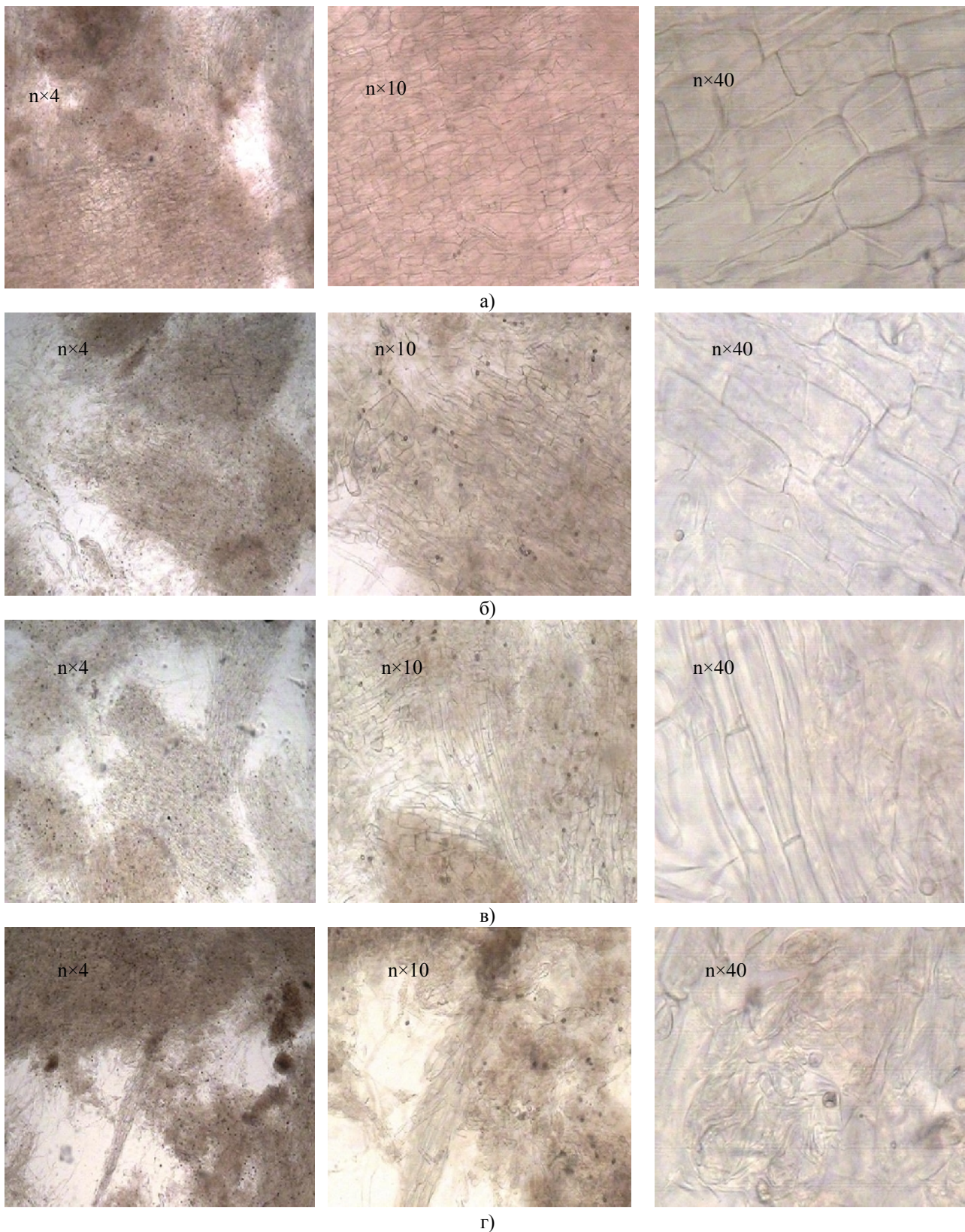
На наступному етапі досліджень встановлювали ступінь перетравності основних компонентів біомаси печериць. Результати експериментальних даних представлено в табл. 2.

Таблиця 2  
Накопичення продуктів гідролізу біомаси печериць в модельній системі шлунково-кишкового тракту

Показник	Стадії ферментолізу		
	α-амілаза	Шлунковий сік	Жовч + панкреатин
Редукуючі речовини, %	2,1	–	7,6
Тирозин, мг /100 г білка	–	247,5	172,1
Вільні жирні кислоти (в перерахунку на лінолеву), %	–	–	52,3

Представлені результати досліджень свідчать, що в модельній травній системі під дією протеолітичних ферментів білкова компонента розщеплювалась на 73,0 %, що наближається до коефіцієнта утилітарності. При цьому інтенсивність гідролізу білкових речовин на окремих стадіях ферментолізу різна. Так, при обробці розчином панкреатину глибина розщеплення білка в 1,8 рази менша, ніж на стадії обробки шлунковим соком. Ймовірно, це пояснюється тим, що пепсин шлункового соку гідролізує пептидні зв'язки, утворені за участю залишків ароматичних (фенілаланіну, тирозину, триптофану), а також дикарбонових (глутамату, аспартату) амінокислот, які переважають в складі грибною білка. Ступінь гідролізу вуглеводів в модельній системі шлунково-кишкового тракту складала 54,0 %. Під дією розчину α-амілази вуглеводи грибною біомаси гідролізувалися на 31,0 %, а на кінцевій стадії ферментолізу вони розщеплювалися на





**Рис. 2. Мікроструктура твердих зразків після: а) термічної обробки; б) обробки розчином  $\alpha$ -амілази; в) обробки шлунковим соком; г) обробки жовчю і розчином панкреатину (збільшення у 4, 10, 40 разів)**

23,0 %. Незначний ступінь гідролізу вуглеводів пояснюється відсутністю в модельній травній системі ферментів, здатних розщеплювати хітин та міцно зв'язаний з ним глюкан. Глибина гідролізу грибового жиру під дією ліпази панкреатину сягала 88,0 %.

Результати аналізу хімічного складу негідролізованого залишку, наведеного в табл. 3, показали, що

його основною складовою є важкогідролізована фракція полісахаридів. Вона складається з хітину і міцно зв'язаного з ним глюкану, і, очевидно, виконує в організмі людини функцію харчового волокна. Водночас збільшилася частка легкогідролізованих полісахаридів за рахунок перерозподілу в процесі ферментолізу складових компонентів сировини.

Таблиця 3  
Хімічний склад негідролізованого залишку (% сухих речовин)

Показник	Значення
Вологість	8,7
Загальний азот	1,8
Білок	5,2
Ліпіди	1,2
Загальний вміст вуглеводів	80,8
Легкогідролізовані полісахариди (ЛГП)	32,5
Важкогідролізовані полісахариди (ВГП)	48,3
в т.ч. хітин	11,4
Негідролізований залишок	0,8
Зола	1,4

Масова частка білкових сполук в складі твердого залишку знизилась в 3,8 рази в порівнянні з вихідною речовиною, а вміст ліпідів – в 8,2 рази. Це доводить те, що в модельній системі шлунково-кишкового тракту гідролізувалися білкова та ліпідна складові грибною біомасою і збільшився вміст вуглеводів, представлених полісахаридами. Вміст вологи в негідролізованому залишку – 95,60 %, причому масова частка осмотично-зв'язаної вологи в порівнянні з некондиційною сировиною печериць збільшилася на 4,0 %, що, ймовірно, збільшує доступність біополімерних складових дії кишкової мікрофлори.

Мікроструктурні дослідження зразків після кожної стадії ферментного гідролізу, представлені на рис. 2, свідчать про поступове руйнування клітин грибною біомасою. Причому на початковому етапі структура клітин некондиційної сировини печериць практично не змінювалася. Під дією шлункового соку відбувалася коагуляція білків цитоплазматичної мембрани, що призводило до ущільнення клітин. На кінцевій стадії цитоплазматична мембрана повністю руйнувалася. Кінцевий продукт на фотографії, отриманій з використанням методу мікроскопії, має вигляд волокон, які представляють собою біополімерний комплекс клітинної стінки грибів.

Результати аналізу функціонально-фізіологічних властивостей показали, що грибна сировина підвищувала рН шлункового соку (рис. 3). Це свідчить про її антацидні властивості. За перші півгодини значення рН підвищувалась в присутності 20 г грибною біомасою в 3,75 рази (в присутності 1 г грибного порошку – в 1,76 рази). Стабільне значення рН шлункового соку встановлювалося через годину після введення біомаси грибів та утримувалася протягом всього терміну. Ймовірно, зміна кислотності відбувається завдяки обміну іонів, в якому можуть приймати участь іонообмінні групи біополімерного комплексу клітинної стінки грибною біомасою, зокрема хітину. ВУЗ грибною біомасою в модельній системі кишково-шлункового тракту варіювала в межах 9,6-12,7 г Н<sub>2</sub>O/г зразка. Функціонально-фізіологічні властивості негідролізованого залишку печериць порівнювали з такими ж властивостями хітину, отриманого з панцирів річкових раків. Як свідчать дані, представ-

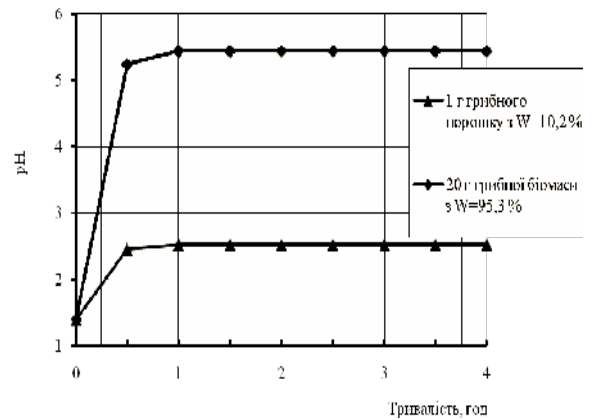


Рис. 3. Динаміка зміни величини рН шлункового соку в присутності грибною біомасою та грибного порошку

лені на рис. 4, за ВУЗ, сорбцією фенолу, свинцю досліджуваний твердий залишок перевищує еталонний зразок. Він є більш ефективним сорбентом холової кислоти (в 2,6 рази) в порівнянні з хітином. За ЖЗЗ він поступається хітину.

Отже, представлені результати свідчать, що некондиційна сировина печериць є джерелом широкого спектра біологічно активних речовин, необхідних для функціонування організму людини. Складові компоненти грибною біомасою в модельній системі шлунково-

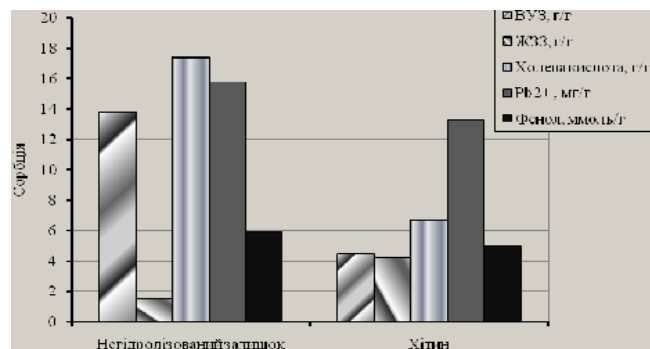


Рис. 4. Сорбційні властивості зразків (на 1 г продукту)

кишкового тракту в значній мірі розщеплювалися під впливом травних ферментів.

Біополімерний комплекс печериць характеризується високим показником водоутримуючої здатності, є активним сорбентом іонів важких металів, холової кислоти, йому притаманна жирозв'язуюча здатність, а також він проявляє антацидні властивості. Це доводить доцільність включення некондиційної сировини печериць до складу продуктів харчування, здатних покращувати перистальтику та мікрофлору кишечника, виводити з організму токсичні речовини. Перспективна розробка на основі вторинної грибною сировини дієтичних добавок. Це, в свою чергу, надасть змогу частково вирішити питання корекції раціонів харчування людей в умовах погіршення екологічної ситуації та проблему раціонального використання ресурсів.

Поступила 02.2011

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вассер С.П. Съедобные и ядовитые грибы Карпат (справочник). — Ужгород: Карпати, 1990. — 205 с.
2. Попова О. А. За грибушки / О. А. Попова // Бизнес. — 2010. - № 9. - С. 32-34.
3. Экспертиза грибов: Учеб.-справ. пособие / И.Э. Цапалова, В.И. Бакайтис, Н.П. Кутафьева, В.М. Позняковский. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. — 256 с.
4. Козак В.Т. Все о съедобных грибах. — Киев: Урожай, 1987. — 160с. ил.



5. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др. – Л.: Агропромиздат, 1987.– 430 с.
6. Покровский А.А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами in vitro / А.А. Покровский, И.Д. Ертанов // Вопр. питания. – 1965. – № 3. – С. 38-44.
7. Черно Н.К. Хитин-протеиновый комплекс – альтернатива известным хитинсодержащим препаратам / Н.К. Черно, С.А. Озолина, Л.С. Шум // Food science, engineering and technologies '2007: Scientific works The International Scientific Conference, Vol. LIV, Issue 2 – Plovdiv, 2007. – P.119-124.
8. Деркач И.В. Технология β-каротинового концентрата и обогащенных им консервированных продуктов. Дис...канд. техн. наук. – Одесса, 2003. – 234 с.

УДК 664.64.016.7:663.125

**ЛЕБЕДЕНКО Т.С., канд. техн. наук, доцент, ДОНСЬКОЙ Д.М. канд. техн. наук, доцент,  
НОВІЧКОВА Т.П. канд. техн. наук, доцент, БИЦЮРА О.В., магістр**  
Одеська національна академія харчових технологій

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИННИХ ДРІЖДЖІВ**

В даній статті проведено стислий аналіз ринку хлібобулочних виробів в Україні, виділено основні проблеми галузі та критерії, які не задовольняють споживачів в якості продукції, зазначено необхідність підвищення якості готових виробів, особливо їх аромату та смаку. Запропоновано для вирішення поставлених задач використання винних дріжджів як збудників спиртового та кислотного бродіння в тісті, які краще продукують смакові та ароматичні речовини. З цієї метою проведено аналіз хлібопекарських властивостей винних дріжджів.

**Ключові слова:** винні дріжджі, технологія, якість, смак, аромат, хлібобулочні вироби.

In this article provided a concise analyze of the market of bakery products in Ukraine, identified the main problems of the branch and criteria, that do not satisfy the consumers in the product quality, accentuate the necessity of improving the quality of finished products, especially their aroma and flavor. To achieve the objectives proposed the use of wine yeasts as activators of alcoholic and acid fermentation in the dough, which produce the best flavor and aromatic substances. To this end provided analyze of baking properties of wine yeasts.

**Key words:** wine yeasts, technology, quality, flavor, aroma, bakery products.

Свіжість, смак, аромат, зовнішній вигляд хлібобулочних виробів – ці показники завжди були і залишаються основними критеріями, які оцінюються споживачем при виборі виду продукції для щоденного столу, більше того, закордонними і вітчизняними вченими доведено, що дієвим стимулом і поштовхом для покупки і споживання хлібопекарської продукції, виникнення апетиту та почуття голоду є аромат свіжовипечених виробів [1]. А в останні десятиліття з появою на ринку продукції невисокої якості, зі збільшенням в харчовій промисловості технологій, які передбачають використання поліпшувачів, інтенсифікаторів, консервантів, ароматизаторів, тощо, споживачі не менше уваги почали приділяти таким показникам, як харчова цінність та безпечність харчових продуктів в цілому і найбільш критично і ретельно – хліба, який є основним і найважливішим продуктом для нашого народу.

За даними численних опитувань споживачів хлібопекарських виробів в різних містах України та Росії встановлено, що найбільш важливими факторами при покупці хліба є його свіжість, аромат, ціна (до 90 % опитаних) та корисність (до 68 %), а також звертають увагу на авторитетність та позиції на ринку виробника продукції. При цьому більше половини опитаних відмітили, що не впливають на вибір хліба його маса, нарізання та упаковка. Аналіз проведених статистичних досліджень показав, що найчастіше викликають обурення та не задовольняють споживачів такі показники якості хлібобулочних виробів і факти, як:

- досить низька якість, слабо виражені смак та аромат хлібобулочних виробів;
- швидке черствіння, висока кришкуватість

м'якушки, яка збільшується при зберіганні;

– в жаркий період часті випадки виникнення картопляної хвороби та пліснявиння готових виробів;

– безпечність продуктів, використання в харчовій промисловості і при виробництві хлібобулочних виробів великої кількості харчових добавок синтетичної природи [2].

Серйозне занепокоєння виробників хлібопекарської продукції і вчених сьогодні і в Україні, і в Росії викликає також цілий ряд проблем – це зниження об'ємів споживання, відповідно і виробництва хлібопекарської продукції, значні коливання якості борошна, дріжджів, що ускладнює ведення технологічного процесу і отримання якісних виробів, низькі показники рентабельності виробництва при зростанні цін на сировину, енергоресурси, необхідності проведення модернізації підприємств галузі, розширення асортименту борошняних виробів, підвищення їх функціональних властивостей тощо [3-6].

З огляду на вищесказане, для забезпечення конкурентних переваг підприємств хлібопекарської галузі основними напрямками в розвитку повинно стати вивчення положення та тенденцій розвитку товарного ринку, орієнтація діяльності хлібозаводів та пекарень на потреби і попит споживачів з одночасним удосконаленням технології виробництва, постійним підвищенням професіоналізму працівників на всіх рівнях виробництва та управління.

Технологія хлібобулочних виробів – одна із найбільш складних в харчовій промисловості, вона включає способи і закономірності взаємоперетворень основних харчових біополімерів та низькомолекулярних речовин основної та додаткової сировини під впливом ферментів та мікроорганізмів. Процес приготування хліба складається із кількох стадій, на кожній із яких протікають складні фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні і колоїдні процеси, які взаємопов'язані з хімічним складом, функціональними і технологічними властивостями хлібопекарської сировини, життєдіяльністю мікрофлори напівфабрикатів, активністю біологічних каталізаторів – ферментів, параметрами і умовами технологічного процесу [7].

На формування якості готових виробів впливають дуже багато факторів, пов'язаних з хлібопекарськими властивостями сировини, умовами виробництва тощо, але якщо виділити такі важливі для споживача смак, аромат, об'єм та структура пористості, розпушеність м'якушки хліба, то необхідно в першу чергу