

**АНАЛІЗ МОРФОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛИВИ
ЛЕГЕНЕВОЇ ШТАМУ PLEUROTUS PULMONARIUS
(FR.) QUÉL. 2314 ІВК ЯК СКЛАДОВИХ ЯКОСТІ
ГРИБНОЇ СИРОВИНИ**

Бандура І. І., к. с.-г. н.,

Кулик А. С., к. т. н.,

Гапріндашвілі Н. А., к. с.-г. н.,

Макогон С. В.

*Таврійський державний агротехнологічний університет
ім. Д. Моторного*

Тел. (067) 720-93-04

Анотація – встановлено, що зростки грибів штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 ІВК на стадії біологічної зрілості досягають на 35% більшої маси, ніж в технологічній. Таким чином, збирання грибів на цьому етапі, за умов швидкої реалізації або використання для переробки, більш доцільне з економічної точки зору.

Виявлено, що на стадії технологічної зрілості шапинки більш округлі та темні, а площа їх поверхні на 20% менша, ніж площа шапинок, котрі досягли біологічної зрілості. Визначено, що маса плодових тіл на цих стадіях суттєво не відрізняється, однак, доведено суттєву втрату сухих речовин. Отже, з метою максимального збереження поживної, біологічної цінності, візуальної привабливості під час зберігання у свіжому вигляді та для консервування, рекомендуємо збирати гриби в стадії технологічної зрілості.

Ключові слова – глива легенева, грибна сировина, технологічна та біологічна зрілість, площа шапинки, культивування грибів.

Постановка проблеми. Глива легенева *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél, відома у світі під назвами Phoenix (фенікс), «індійська» або «італійська» глива. Цей вид відрізняється від гливи звичайної швидкою колонізацією субстратів, високою спорулентністю, коротким технологічним циклом. Вирощування грибів гливи легеневої в літній період має ряд економічних переваг: відсутність енерговитрат на підтримання мікроклімату у камерах вирощування,

швидкість технологічного циклу – за 30 днів можна отримати 3 хвили плодоношення, при цьому біологічна ефективність першої хвили вище, ніж 60% [1]. З іншого боку, для грибовиробників вирощування цього штаму вирішує ряд соціальних питань: збереження функціональності підприємства та виробничого штату у міжсезоння, коли ціна на гриби значно зменшується, а собівартість вирощування звичної для споживача гливи звичайної стрімко зростає за рахунок витрат на охолодження культиваційних приміщень.

Аналіз останніх досліджень. В Україні гливу легеневу почали активно вирощувати лише з 2012 року, тоді як Пол Стейметс стверджує, що за популярністю в світі вона вважається четвертою серед культивованих видів [6]. З огляду на можливість отримання плодкових тіл при температурі від 24 до 30°C цей вид є найпопулярнішим у країнах зі спекотним кліматом: південні регіони Європи, Америки та більшість країн Азії.

Згідно з даними сучасних досліджень науковців з Туреччини та Нігерії, глива легенева має високу поживну цінність: вміст сирого протеїну коливається в межах від 27 до 31% при низькій концентрації ліпідів (близько 2%); присутній весь спектр незамінних амінокислот; наявні есенціальні елементи (цинк, фосфор, сірка у кількості, що задовольняє добову потребу у цих речовинах) [4, 7]. Отже, ця грибна сировина може стати реальним вирішенням проблеми підвищення функціональної складової оздоровчого харчування українського споживача.

Українські дослідники, зокрема Гунько та Тринчук, стверджують, що споживча якість грибною сировини залежить від технологічних процесів вирощування та зберігання [2]. Тому важливо визначити стійкі до ушкоджень та високопродуктивні штами вітчизняної селекції, які мають надійні показники поживної цінності.

Штам *Pleurotus pulmonarius* 2314 ІВК з колекції шапинкових культур Інституту ботаніки [3], згідно з результатами наших попередніх досліджень, має ряд переваг перед відомими у світі штамами за рахунок насиченого кольору, швидкості колонізації субстрату та високій біологічній ефективності використання целюлозовмісних субстратів [5]. Штам внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, але, на жаль, нормативні документи, що визначають технічні вимоги щодо якості та безпечності плодкових тіл цього виду в чинному законодавстві нашої країни відсутні [8]. Тому визначення технологічних характеристик цього штаму є важливим етапом формування якості грибною сировини на всіх етапах процесу культивування та необхідною складовою діяльності з державної стандартизації технологічних вимог щодо його промислового

виробництва.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета дослідження – аналіз плодових тіл (базидіом) гливи легеневої штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 ІВК на різних стадіях морфогенезу. Основним завданням дослідження було порівняння характерних показників зростків, окремих карпофорів та шапинок гливи легеневої з метою визначення оптимального часу збирання урожаю та збереження якості грибною сировини у післязбиральний період.

Методи і матеріали дослідження. Культуру штаму гливи легеневої 2314 ІВК з колекції шапинкових грибів Інституту ботаніки ім. Холодного НАНУ підтримували на поживних середовищах з різними джерелами протеїнів та вуглеводів методом пасажів, які проводили два рази на рік і зберігали за температури 1-2°C. Культуру з пробірки висівали на чашку Петрі з поживним середовищем наступного складу: сухий солодовий екстракт – 30 г, екстракт дріжджів сухий – 2 г, агар-агар – 20 г, вода – до 1 літру. Стерилізували протягом 35 хвилин за температури 120°C. Інкубували культуру за температури 26-28°C. Культуру штаму із середовищем, на сьомий день розвитку, подрібнювали спеціальним міксером у стерильних ємностях з водою у кількості 400 мл. Отриману суспензію використовували для виготовлення 24 кг зернового міцелію (4 поліпропіленових пакета з фільтрами по 6 кг кожний).

Посівний зерновий міцелій виготовляли в умовах ТОВ НВП «ГРИБНИЙ ЛІКАР» (м. Мелітополь) у відповідності до вимог ТУ У 01.3-41163069-001:2017 з суміші зернових: ячменю / пшениці / ріпаку / льону у співвідношенні 10 / 8 / 1 / 1.

Субстрат із соломи ячменю та лушпиння соняшника (1 / 3) виробляли методом аеробної твердофазної ферментації у високому шарі в умовах ФОП Севастьянович (м. Мелітополь). Технологічні показники виготовленого субстрату відповідали вимогам ДСТУ 7316:2013 «Міцелій їстівних грибів субстратний. Технічні умови» та мали наступні параметри: вологість 76,18%; рН-7,49; співвідношення С / N = 69 / 1.

Для інокуляції вносили 3,5% посівного зернового міцелію до маси субстрату. Формували субстратні блоки із застосуванням часткової механізації процесу. Інокульований субстрат ущільнювали в поліетиленових мішках розміром 350×900 мм та товщиною плівки 70 мкм. Отримували субстратні блоки з наступними фізичними характеристиками (в середньому): діаметр – 220 мм, висота – 750 мм, маса – 12,43 ± 0,23 кг.

Субстратні блоки розташовували на полицях камери вирощування методом повної рандомізації. Після розміщення проводили перфорацію блоку у шаховому порядку, кожні 10-15 см

висоти. Площа отворів становила в середньому 0,5% від загальної площі поверхні. Загальне завантаження субстрату на камеру вирощування становило 35 кг на квадратний метр. Повторність варіанту тридцятикратна.

Інкубацію блоків проводили при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$ відповідно до умов підтримання температури у центрі блоку $28 \pm 2^\circ\text{C}$. Середній показник відносної вологості повітря у камері вирощування протягом періоду інкубації $70 \pm 7\%$. Склад повітря в період інкубації не визначали. Освітлення протягом тижня не вмикали, за винятком часу, потрібного на проведення візуального огляду.

Плодоношення почали ініціювати на 8 добу шляхом увімкнення освітлення до 200 люксів на квадратний метр протягом 8 годин. Активну вентиляцію підготовленим повітрям проводили цілодобово і підтримували за наступними параметрами: відносна вологість $87 \pm 3\%$; вміст вуглекислого газу 1050 ± 50 ppm. Температурні показники повітря коливались у межах від 20 до 26°C . Ми не проводили операцій щодо підтримання температури у камері вирощування з огляду на визначення можливості енергозбереження в умовах промислового вирощування. На 11 добу з'явилися перші примордії. На 12 добу з моменту інокуляції провели перший збір грибів у різних стадіях зрілості з 21 блоку.

Розміри та масу отриманих зростків і плодових тіл визначали прямим вимірюванням.

Вперше для опису розміру плодових тіл гливи ми застосували метод визначення площі шапинки за формулою визначення площі еліпсу

$$S \text{ шапинки} = \pi \times a \times b \quad (1)$$

π – 3.14...

a – довжина однієї сторони еліпсу

b – довжина іншої сторони еліпсу

Вважаємо, що ця ознака надає більш конкретну інформацію з урахуванням ексцентричності будови плодових тіл гливи, порівняно з показником діаметра шапинки, який визначали раніше.

Коефіцієнт асиметрії шапинки, визначали діленням ширини на висоту, тому розширені, більш округлі мали показник вище «1», а витягнуті – менше «1».

Коефіцієнт перерахунку потрібен для визначення виробничих втрат у разі отримання тільки окремих шапинок. Такий спосіб роздрібного продажу є дуже популярним у Європі, тому зважаючи на тенденцію до гармонізації вітчизняних вимог щодо зовнішнього вигляду пакування свіжих грибів до європейських, на наш погляд, необхідно володіти даними для перерахунку загальної маси

отриманих грибів на масу шапинок. Отже, коефіцієнт перерахунку визначали діленням маси шапинки на загальну масу плодового тіла.

Вологість базидію та шапинок визначали гравіметричним методом за температури $102 \pm 2^\circ\text{C}$ у сушильній шафі СШ-150.

Статистичний аналіз отриманих даних проводили за допомогою пакету Microsoft Office Excel 2010 (ліцензія №HXV8M-8YJJ4-BCGR3-MRYX-8747Q) та програмно-інформаційного комплексу “Agrostat New” (2013).

Основна частина. Примордії плодових тіл штаму 2314 у сформованих зростках за температури культивування від 20 до 28°C з’явилися на 11 добу на 80% дослідних блоків, але вже на 12 добу на всіх 30 субстратних блоках було визначено перехід до генеративної стадії розвитку.

Варто зазначити, що етапи морфогенезу за умов досліду змінювалися швидко, протягом декількох годин, без чіткого переходу з технологічної до біологічної стиглості. Однією з візуальних ознак цієї зміни було висвітлення шапинки збоку ніжки. Колір змінювався з інтенсивного бежево-сірого до блілого бежевого (рис. 1). Іншою ознакою було значне потемніння гіменіального шару у центральній частині внутрішньої поверхні шапинки.

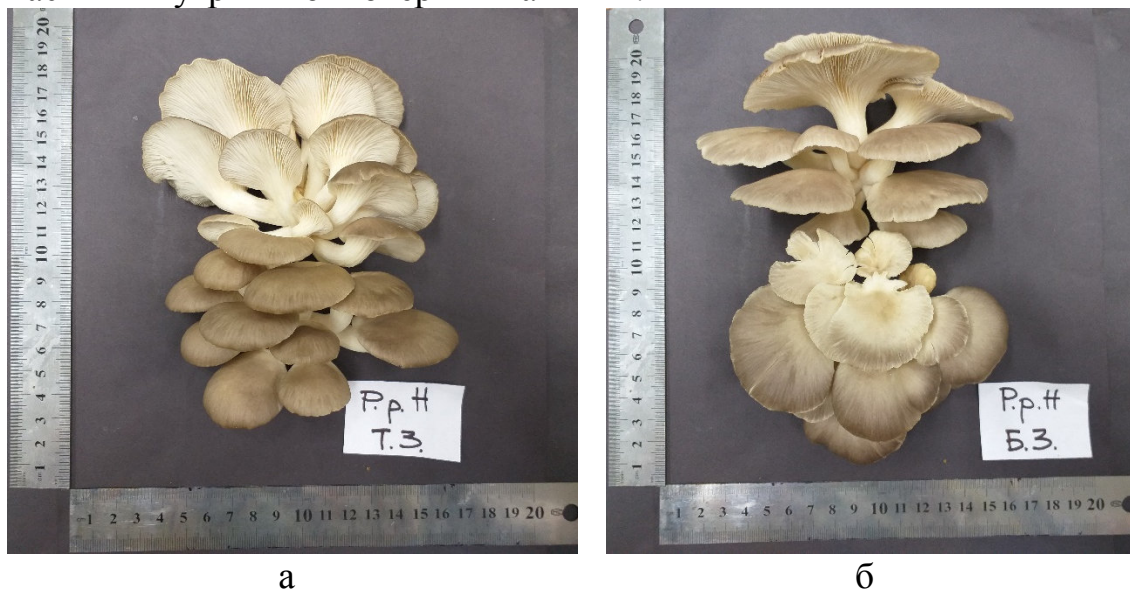


Рис. 1. Морфологічні ознаки зростків базидію штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 (а – технологічна; б – біологічна зрілість) за температури $24-26^\circ\text{C}$ на фазі плодоношення

Статистичним аналізом технологічних параметрів зростків доведено суттєву різницю між стадіями технологічної та біологічної зрілості і визначено оптимальні розміри зростків, придатних до збирання.

Так, маса зростків технологічної зрілості у середньому на 35% менша, ніж маса зростків біологічної зрілості і, відповідно менші –

ширина на 18%, а висота на 17% (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика параметрів зростків плодових тіл штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 за умов культивування при підвищених температурах (24-26°C)

Морфологічні ознаки зростків	Стадії зрілості		НСР ₀₅
	Технологічна	Біологічна	
Маса, г	38,16±3,00	58,37±5,25	12,03
Ширина, мм	99,41±2,44	121,09±3,09	9,30
Висота, мм	71,57±1,95	86,20±2,31	6,02

Морфологічний розвиток базидіом штаму гливи легеневої 2314 за умов досліду відбувався протягом 16-24 годин від стадії примордіїв (розмір 2-3 мм) до стадії біологічної зрілості (початку спороношення) (рис. 2).



Рис. 2. Стадії морфогенезу плодових тіл штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 (а – технологічна; б – біологічна зрілість) за температури 24-26°C на фазі плодоношення

Така швидкість морфогенезу дає можливість отримати урожай грибної сировини за короткий термін, але вимагає не менш ніж двократного збору плодових тіл протягом доби. Якщо пропустити перехід від технологічної до біологічної зрілості та зібрати гриби на 1-2 години пізніше, край шапинки стає тонким і швидко розтріскується (рис. 2, б). Подібні пошкодження не тільки псують зовнішні показники карпофорів, але і провокують розвиток бактеріальних колоній на поверхні шапинки, що значно скорочує терміни зберігання цього штаму та потребує негайної післязбиральної переробки.

За результатами аналізу технологічних ознак плодових тіл на різних фазах стиглості, визначено відсутність значимої різниці між

масою та шириною плодових тіл і окремих шапинок. Отже, для фасування у споживчу тару шапинок, а також маринування, де використовуються тільки окремі плодові тіла, слід проводити збирання на фазі технологічної зрілості (табл. 2). Завдяки використанню такого підходу, ми зможемо гарантувати збереження привабливого вигляду грибів протягом зберігання та після температурної обробки.

Доведено, що висота плодового тіла і, відповідно, загальна площа шапинки значно збільшуються з настанням біологічної зрілості (більш, ніж 1000 мм²), тоді як статистичної різниці за показником ширини шапинки не виявлено. Звичайно, це обумовлено біологічними особливостями грибів гливи, які у процесі морфогенезу прагнуть до максимального розповсюдження спор. Для виробників грибів, цей факт має важливе значення, оскільки форма шапинки змінюється від округлої, злегка розширеної в боки, на витягнуту.

Таблиця 2 – Характеристика морфологічних ознак плодових тіл штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314

Морфологічні ознаки	Стадії зрілості		НСР ₀₅
	Технологічна	Біологічна	
Ширина шапинки, мм	41,1±1,41	44,05±1,48	–
Довжина шапинки, мм	38,53±1,0	45,57±1,08	2,92
Висота ПТ, мм	38,53±1,0	45,57±1,08	2,92
Площа шапинки, мм ²	5357±323	6736±378	986
Коефіцієнт асиметрії шапинки	1,06±0,02	0,95±0,02	0,056
Маса ПТ, г	3,95±0,26	3,49±0,24	–
Маса шапинки, г	3,20±0,23	3,04±0,22	–
Маса ніжки, г	0,75±0,04	0,44±0,03	0,11
Коефіцієнт перерахунку	0,79±0,006	0,87±0,005	0,017

Примітка: НСР₀₅ розраховували лише для показників які мали суттєву статистичну різницю ($p < 0,05$).

Таким чином, з переходом від технологічної до біологічної стиглості морфологічні показники зростків та карпофорів гливи змінюються, що варто враховувати під час проведення післязбиральних операцій: сортування, фасування, бланшування, тощо. Потрібно зазначити, що ніжка плодового тіла втрачає масу більш ніж на 40%, тому за умов фасування окремими плодовими тілами можливо значне вкорочення ніжки, що збільшить привабливість упакованого товару та не суттєво вплине на виробничі втрати загальної маси.

Визначення вологості та залишку сухих речовин цілих базидіом та окремих шапинок у процесі настання біологічної зрілості

дало змогу виявити суттєве зменшення (на 12%) кількості сухих речовин та, відповідно, збільшення вологості шапинки (табл. 3). Пояснюється цей факт активними витратами сухих речовин на спороношення, тому важливо його враховувати для чіткого планування термінів збирання.

Таблиця 3 – Кількість сухих речовин в базидіомах штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314

Базидіома	Стадії зрілості		НСР ₀₅
	Технологічна	Біологічна	
Плодові тіла	11,14±0,14	11,71±0,28	–
Шапинки	11,27±0,27	9,89±0,12	1,11

Висновки. Отже, дослідження виявило ряд змін якісних характеристик плодових тіл гливи легеневої штаму *Pleurotus pulmonarius* 2314 в процесі морфогенезу. Зростки грибів цього штаму на стадії біологічної зрілості характеризуються вищою масою, тому за умов швидкої реалізації або використання грибної сировини зростками для переробки, більш доцільним, з економічної точки зору, є збирання грибів на цьому етапі. На наш погляд, потрібно додатково дослідити зміни біохімічного складу плодових тіл та прояви мікробіологічних уражень під час настання спороношення, для отримання безсумнівних підтверджень такої можливості.

Характерними ознаками технологічної зрілості цього популярного для літнього культивування штаму, були більш округлі та темні шапинки, які мали на 20% меншу площу порівняно з шапинками, котрі досягли біологічної зрілості. І, хоча маса плодових тіл на цих стадіях суттєво не відрізнялась, було визначено істотну втрату сухих речовин. Цей факт дає змогу стверджувати про перевагу збирання грибів на стадії технологічної зрілості з метою максимального збереження поживності та біологічної цінності, а також візуальної привабливості грибної сировини, як під час зберігання у свіжому вигляді, так і для консервування.

Література:

1. Бандура И., Миронычева Е., Кюрчева Л. Отбор устойчивой к высокой температуре и культивированию штаммов *Pleurotus pulmonarius* (fr.) Qué1 // *Stiinta Agricola*. 2017. № 2. С. 56-59.
2. Гулько С. М., Тринчук. О. О. Влияние условий хранения на качество грибов // *Научные труды SWorld*. 2014. № 11.1. С. 55-57.
3. Колекція культур шапинкових грибів (ІВК) / Н. А. Бісько та ін. Київ: Альтерпрес, 2016. 120 с.
4. Adebayo E. A., Oloke JK. Oyster mushroom (*Pleurotus* species);

a natural functional food // Journal of Microbiology, Biotechnology & Food S. 2017. Vol. 7 (3). P. 254-264. DOI: 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.254-264.

5. Assessment of the growth and fruiting of 19 oyster mushroom strains for indoor cultivation on lignocellulosic wastes / O. Myronycheva et al. // BioResources. 2017. Vol. 12(3). P. 4606-4626.

6. *Stamets P.* Growing gourmet and medicinal mushrooms. Berkeley, California: Ten Speed Press, 2011. 574 p.

7. Analysis of Major Nutritional Components of *Pleurotus pulmonarius* During the Cultivation in Different Indoor Environmental Conditions on Sawdust / T. Islam et al. // Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 2017. Vol. 5(3). P. 239-246. DOI: 10.24925/turjaf.v5i3.239-246.997.

8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 12.08.2019).

АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕШЕНКИ ЛЕГОЧНОЙ ШТАММА *PLEUROTUS PULMONARIUS* (FR.) QUÉL. 2314 ІВК КАК СОСТАВЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВА ГРИБНОГО СЫРЬЯ

Бандура И. И., Кулик А. С., Гаприндашвили Н. А., Макогон С. В.

Аннотация – установлено, что сростки грибов штамма *Pleurotus pulmonarius* 2314 ІВК на стадии биологической зрелости достигают на 35% большей массы по сравнению с технологической. Таким образом, сбор грибов на этом этапе, в условиях быстрой реализации или использования для переработки, более целесообразен с экономической точки зрения.

Выявлено, что на стадии технологической зрелости шляпки более округлые и темные, а площадь их поверхности на 20% меньше площади шляпок, которые достигли биологической зрелости.

Определено, что масса плодовых тел на этих стадиях существенно не отличается, однако, доказано значительную потерю сухих веществ. Следовательно, с целью максимального сохранения питательной, биологической ценности, визуальной привлекательности при хранении в свежем виде и для консервирования, рекомендуем собирать грибы в стадии технологической зрелости.

**ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF PLEUROTUS PULMONARIUS 2314 IBK (FR.)
QUÉL. AS QUALITY CHARACTERISTICS OF MUSHROOM
RAW MATERIAL**

I. Bandura, A. Kulyk, N. Gaprindashvili, S. Makogon

Summary

Pleurotus pulmonarius or Lung Oyster is commonly known as Phoenix Mushroom, the Indian or Italian Oyster, has a few differences in comparing with Pleurotus ostreatus, for example, the fast substrate colonization, high level of sporulation and short technological cycle. These peculiarities give some economic preferences for mushroom growers in the summer cultivation time.

During the study, the mass of clusters Pl. pulmonarius 2314 IBK with biological maturity was on 35% more than for technological stage. The collecting mushrooms in that stage will improve economic benefits in case fast selling or processing.

After statistical tests, the significant differences ($p < 0,05$) for a cap square and a round shape were recognized for the fruit bodies in bio- and technological stages. So younger fruit bodies have $K_{ass} = 1,04$ and their square was on 20% less compared with the biological stage. In addition, the color of mushrooms caps with technological maturity was darker.

In spite of, the mass of fruit bodies on both stages didn't have differences, the loss of dry substance was observed.

Consequently, growers must collect Pl. pulmonarius 2314 IBK with a technological stage in a reason to keep the nutrition and biological value and the best visual attractions during the storage time.

The study revealed a number of changes in the qualitative characteristics of the fruiting bodies of the fungus of the lung strain Pleurotus pulmonarius 2314 during morphogenesis. The fungus growths of this strain at the stage of biological maturity are characterized by a higher mass, therefore, in the case of rapid implementation or use of mushroom raw materials for processing, more economically feasible harvesting of mushrooms is at this stage. In our opinion, it is necessary to further investigate the changes in the biochemical composition of the fruiting bodies and the manifestations of microbiological lesions during the onset of sporulation, in order to obtain undoubted confirmations of this possibility.