

Аналіз біологічної ефективності та чинників якості грибів роду глива (*Pleurotus* (Fr.) P.Kumm) як моделі ефективного культивування ксилотрофів з високою функціональною цінністю

I. I. Бандура^{1*}, А. С. Кулик¹, Н. А. Бісько², О. В. Хареба³, О. М. Цизь⁴, В. В. Хареба³

¹Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Д. Моторного, пр-т Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна, *e-mail: irabandura@gmail.com

²Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

³Національна академія аграрних наук України, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

⁴Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Провести морфологічну та органолептичну оцінку штамів гливи для добору асортименту високопродуктивних і цінних за споживчими властивостями культиварів для зимового й літнього культивування та придатності до реалізації у свіжому або переробленому вигляді. **Методи.** Схема дослідження включає 6 штамів гливи, що належать до двох видів: *Pleurotus ostreatus* (5 штамів: 2301, Z, 2316, 2456, 431) і *Pleurotus pulmonarius* (2314). Використано лабораторний, лабораторно-виробничий та статистичний методи досліджень. **Результати.** Динаміка агрохімічних показників субстратів, отриманих методом аеробної ферментації у високому шарі, засвідчила їхню оптимальність за основними критеріями та відповідність нормативній документації. Біологічна ефективність штамів знаходилася в інтервалі 40–78,9%. Найбільшу масу зростків установлено в «літнього» штаму 431 (430,7 г). Найбільшу масу плодового тіла визначено для штаму 2301 (15,2 г), найменшу – для 2456 (3,3 г). **Висновки.** Визначено показники біологічної ефективності штамів. Найвищі середні значення за першою хвилиною плодоношення мали штами 2316 (78,9%) із групи «зимових» (А) і 431 (78,4%) із групи «літніх» (В). За результатами статистичного аналізу встановлено суттєві відмінності між досліджуваними штамми за основними морфологічними показниками зростків. Виявлено, що маса зростків «зимових» культиварів значно менше залежить від штамової приналежності (220,8–273,4 г), ніж «літніх» (83,4–430,7 г). Запропоновано показник коефіцієнт асиметрії зростка, який може бути корисним для розрахунку необхідних розмірів тари. Виявлено, що морфологічні ознаки плодів мали суттєві відмінності за всіма дослідженими параметрами. Зокрема, штами групи А відрізнялися більшими розмірами й масою. Запропоновано показник коефіцієнт утрати маси врожаю, який показує співвідношення між шапинкою й ніжкою плодового тіла та дає змогу спрогнозувати кількість грибною сировини, яку буде реалізовано у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та ін. Найкращий коефіцієнт отримано для плодів штаму 2314 (0,87), а найгірший – 2456 (0,59), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодовими тілами. Установлено, що плодіві тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків.

Ключові слова: глива; штами; біологічна ефективність; зросток; плодове тіло; органолептична оцінка.

Вступ

Розширення асортименту культивованих грибів стало загальною тенденцією в сучасному світі. На 8-й Міжнародній конференції «Біологія грибів та їхнє перероблення» (Індія, 2014 р.) професор Д. Ройз (Daniel J.

Royse) зазначив, що в США споживання грибів збільшилося вчетверо за останні 15 років і продовжує зростати [1]. Американські вчені, які аналізують чинники, що впливають на споживання грибів у США, відзначають підвищення попиту в основній віковій категорії покупців – людей у віці від 20 до 39 років [2]. Аналіз вирощування грибів у Китаї, частка на світовому «грибному» ринку якого перевищує 30%, підтверджує збільшення споживання екзотичних грибів із 6 кг/рік у 2003-му до 10 кг у 2008 році (більш ніж на 66%). При цьому виробництво печериць у цій країні знизилася, тоді як гливи за 5 років зросло в 1,4 раза, шиїтак – у 1,7, а опенька зимового – у 2,12 раза [3].

Міжнародна Маркетингова Група (ММГ), аналізуючи стан українського ринку грибів, зазначає, що попит на грибною продукцію зумовлений її смаковими характеристиками

Iryna Bandura

<https://orcid.org/0000-0001-7835-3293>

Alina Kulik

<https://orcid.org/0000-0001-5403-3084>

Nina Bisko

<https://orcid.org/0000-0003-1894-0896>

Olena Khareba

<https://orcid.org/0000-0002-6763-1988>

Oleksandr Tsyg

<https://orcid.org/0000-0001-7174-7011>

Volodymyr Khareba

<https://orcid.org/0000-0001-9947-2689>

та високими функціональними властивостями, зокрема високим умістом білка. Причому ціна на гриби не є обмежувальним чинником, оскільки їх найчастіше купують люди, дохід яких є вищим середнього.

У дослідженні Міжнародного незалежного інституту аналізу інвестиційної політики (МНІАІП) акцентується увага на тенденції до поділу виробничих напрямів у грибному бізнесі: виробництвом компосту та субстратів займаються великі спеціалізовані компанії, які об'єднують навколо себе фермерські господарства з вирощування грибів, приймають у них уже готову продукцію на реалізацію, акумулюють її в достатній кількості, щоб забезпечити своєчасне стабільне постачання свіжих грибів у торговельні мережі. В Україні цей принцип реалізується такими компаніями, як ТОВ НВК «Еко-гриб» (м. Добровеличківка Кіровоградської обл.), ТОВ «Друїди» (м. Кривий Ріг Дніпропетровської обл.), ТОВ «Українська грибна компанія» (м. Кам'янське Дніпропетровської обл.), ТОВ НВП «Грибний лікар» (м. Мелітополь Запорізької обл.), які в загальному еквіваленті визначали роботу 80% виробників гливи та інших екзотичних грибів у 2019 році. За даними звітності від керівництва компанії «Грибний лікар» цими підприємствами за рік було вироблено понад 5 млн кг субстрату, який за усередненої врожайності у 20% забезпечив отримання мінімум 1 млн кг свіжих грибів гливи. Отже, усього за 2019 рік в Україні було вирощено й реалізовано (з урахуванням відсутності експорту) 1 млн 250 тис. кг гливи, що за споживанням на душу населення у віці від 16 до 59 років становило всього лише 50 г (за даними Державної служби статистики України ця категорія населення на січень 2019 року становила 25 млн 294 тис. осіб).

Оцінка стану науково-технічного потенціалу вітчизняних виробників, а також наявність серйозної наукової бази, заснованої на роботах низки українських дослідників, якот І. О. Дудка, А. С. Бухало, Е. Ф. Соломко, Н. А. Бісько, О. В. Бабаянц та багатьох інших, дає можливість говорити про перспективи розширення асортименту та зміцнення ринку екзотичних грибів в Україні. Однак для реалізації цього потенціалу необхідне проведення низки нових досліджень і глибокого аналізу попередніх. Для збільшення споживчої зацікавленості та активного залучення покупців, крім питань збереження харчової цінності грибною продукції під час перероблення, слід дослідити морфологічні та органолептичні показники.

Мета досліджень – провести морфологічну та органолептичну оцінку штамів гливи для добору асортименту високопродуктивних і цінних за споживчими властивостями культиварів для зимового й літнього культивування та придатності до реалізації у свіжому або переробленому вигляді.

Матеріали та методика досліджень

Аналізували дані, отримані в результаті лабораторних і виробничих досліджень з 2011 по 2019 рік включно, які проводили в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету ім. Д. Моторного (ТДАТУ) та на підприємствах ФОП Севаст'янович і ТОВ НВП «Грибний лікар» (с. Садове Мелітопольського району Запорізької області).

Досліджували дві групи штамів: із низькотемпературним (12–16 °С – група А) і високотемпературним (19–24 °С – група В) оптимумом плодоношення. До першої групи належать штами 2301, Z, 2316, до другої – 2314, 2456 і 431 [4, 5]. Культури штамів отримано з Колекції культур шапинкових грибів (ІВК) Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України.

Субстрат для вирощування гливи готували методом аеробної ферментації у високому шарі (АФВШ) [6, 7]. Використовували рослинну сировину в таких пропорціях: солома ячменю подрібнена (40–60 мм) – 30–50%; лушпиння соняшнику – 45–55; сіно люцерни – 4–9; кукурудзяне борошно – 1%. Зміну рецептури проводили на основі біохімічного аналізу сировинних матеріалів, склад яких залежав від агротехнологічних умов їх отримання. Основним чинником для коригування формули субстрату був показник загального азоту, який розраховували на рівень 0,8% (за сухою масою).

Якість субстрату оцінювали за такими критеріями: вологість, рН, уміст загального азоту та мінеральних елементів, співвідношення вуглецю до азоту, які визначали стандартними методами в лабораторії ТДАТУ [8].

Субстратні блоки розташовували в камерах вирощування по однозональній системі культивування на стелажах або підвіскою із середнім завантаженням камер від 50 до 120 кг/м² [9]. Перфорацію блоків проводили розрізами 80±30 мм таким чином, щоб відстань між ними становила 100–150 мм. Загальна поверхня перфорацій не перевищувала 1,5% поверхні блоків.

Субстрат інкубували за середньої температури 15±5 °С у культиваційній камері залежно від культуральних особливостей штамів і

сезону. Повну колонізацію субстратів фіксували на 8 ± 2 добу. Зміну параметрів мікроклімату для ініціації плодоношення починали на 10 добу інкубації в літній період і на 16 ± 2 добу для осінньо-весняного періоду.

Для визначення біологічної ефективності розраховували загальну масу плодівих тіл (ПТ) з одного блоку субстрату (вибірка 50 штук для кожного штаму). Біологічну ефективність (БЕ) визначали тільки для першої хвилі плодоношення за формулою:

$$BE = \frac{M_{nm}}{M_{cp}} \times 100\%$$

де M_{nm} – маса плодівих тіл; M_{cp} – маса сухої речовини у блоці.

Масу сухої речовини (M_{cp}) розраховували за формулою:

$$M_{cp} = M_{\epsilon} \times (1 - K_{\epsilon})$$

де M_{ϵ} – маса блоку; K_{ϵ} – коефіцієнт вологості.

Кількість плодівих тіл, масу та розміри підраховували для кожного зростка, що збирали з кожного блоку субстрату за першу хвилю плодоношення. Розраховували коефіцієнт асиметрії зростка за відношенням його ширини до висоти.

Для морфологічного аналізу окремих плодівих тіл визначали їхню масу та масу відрізаної шапинки, ширину й висоту шапинки, довжину ніжки та її діаметр. Виразували площу шапинки за формулою підрахунку площі еліпса (з оглядом на асиметричність шапинки):

$$S = \pi \times a \times b$$

де S – площа еліпса; a – довжина великої піввісі еліпса ($1/2$ ширини шапинки); b – довжина малої піввісі еліпса ($1/2$ висоти шапинки).

Виразували коефіцієнти асиметрії шапинки (K_{ac}) за відношенням ширини шапинки до висоти. Додавали розрахунок коефіцієнту втрати маси ($K_{втр}$) співвідношенням маси окремої шапинки до маси цілого плодового тіла для можливості визначення зменшення маси грибів, що мають реалізуватися лише у вигляді окремих шапинок (за сучасними вимогами європейського ринку).

Варіативність показників розраховували з вибіркою $n = 100$ як для зростків, так і для плодівих тіл.

Статистично дані обробляли за допомогою пакета Microsoft Office Excel 2016 та вбудованого комплексу QI Macros 2020.

Результати досліджень

Згідно з результатами статистичного аналізу отриманих даних не виявлено суттєвих відмінностей в якості субстратів, виготовлених на різних підприємствах методом АФВШ, що дає змогу говорити про стабільність і ефективність цієї обробки сировинних компонентів.

Фізико-хімічні показники досліджуваних субстратів відповідали вимогам вітчизняної нормативної документації (ДСТУ 7316:2013. Міцелій їстівних грибів субстратний. Технічні умови [10]) (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка показників субстратів, отриманих методом АФВШ (2014–2019 рр.)

Рік	Вологість, %	pH	Азот загальний, % на с. р.	Зола, % на с. р.	Співвідношення C/N
2014	73,4±0,5	7,10±0,2	0,90±0,1	5,63±0,3	57±8,7
2015	74,0±0,9	6,95±0,1	0,87±0,04	6,84±0,7	57±2,8
2016	73,0±1,4	7,41±0,4	0,54±0,06	9,41±1,1	98±18,1
2017	74,2±1,4	7,61±0,4	0,59±0,05	7,65±0,6	85±6,9
2018	70,6±1,3	7,10±0,4	0,86±0,1	6,17±0,4	65±9,9
2019	72,1±1,3	7,69±0,4	0,89±0,2	7,57±0,98	69±21,5

Водночас виявлено зміни вмісту загальної азоту та зольних елементів у субстратах, які були отримані в різні роки. Оскільки співвідношення вуглецю до азоту є розрахунковою одиницею, відповідно змінювалися параметри й цього показника [11]. Певна динаміка потребує подальшого дослідження, оскільки є можливість коригувати кількість поживних елементів у сировині змінами в субстратних формулах: додаванням сіна бобових, зернових відходів і т. п. [12–14].

У результаті статистичного аналізу біологічної ефективності зафіксовано суттєві відмінності серед досліджуваних штамів ($p < 0,01$) (рис. 1).

Штами 2316 (А) і 431 (В) вже в першу хвилю плодоношення використовували субстрат із 78% ефективністю, що в 1,5–2 рази перевищувало показники інших культиварів. Продуктивність штамів Z, 2314 і 2456 була невисокою та суттєво не відрізнялася. Слід зазначити, що маса першої хвилі плодоно-

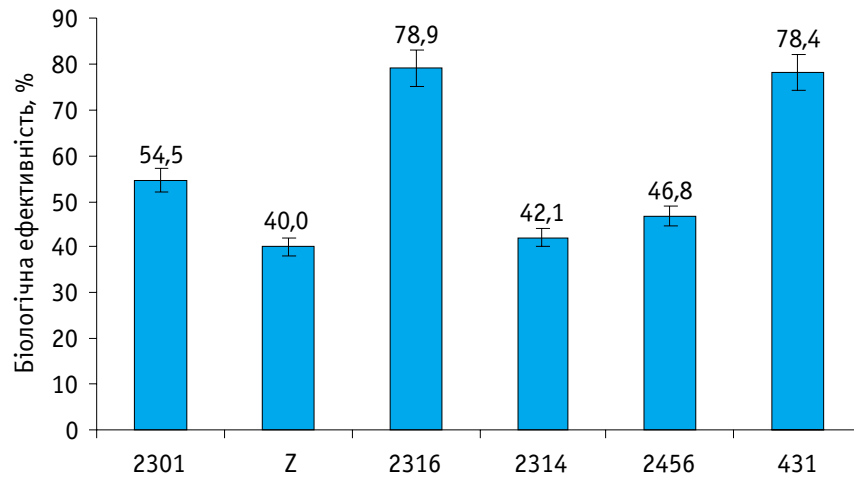


Рис. 1. Біологічна ефективність штамів за першою хвилею плодоношення (середнє за 2011–2019 рр.)

шення є показовою для економічного обґрунтування виробництва грибної продукції. Однак для штамів з коротким технологічним циклом, як-от 2314 (збір першої хвилі пройшов на 13 день від інокуляції), слід ураховувати й наступні хвилі, які можуть істотно підвищити БЕ.

Загалом за результатами порівняння середніх (U-test) досліджувані групи не мали достовірних відмінностей, що дає змогу говорити про доцільність «літнього» культивування. Зміна штамів дасть можливість отримувати врожай протягом усього року без додаткових економічних витрат на охолодження або обігрів культиваційних приміщень.

За результатами статистичного аналізу було визначено суттєві відмінності між морфологічними показниками зростків (табл. 2). Зростки найбільшої маси отримували за вирощування штамів 431 ($430,7 \pm 27,5$ г), а найменшої – штамів 2314 ($83,4 \pm 6,7$ г). Якщо у

групі А штами не різнилися за масою, то у групі В всі штами мали істотну різницю за цим показником.

Максимальні розміри в досліді мали зростки штамів 431 ($184,5 \pm 3,8$ мм за шириною та $172,8 \pm 4,1$ мм за висотою), тоді мінімальні – штами 2314 ($88,6 \pm 5,9$ та $63,6 \pm 4,0$ мм відповідно). Коефіцієнт асиметрії (*Kac*) зростка характеризує його форму: округлу – коли *Kac* близький до одиниці, розширену – за *Kac* > 1, та витягнуту – якщо *Kac* < 1. Штами 2314 мав найбільший у досліді показник асиметрії ($1,4 \pm 0,03$). Усі штами мали тенденцію до розширення зростка, але найокруглішу його форму мали штами 2316 та 431 з найменшим показником асиметрії ($1,04 \pm 0,04$ та $1,09 \pm 0,02$ відповідно). Цей показник може стати в пригоді для розрахунку необхідних розмірів тари, яка запобігатиме механічним пошкодженням зростків у процесі пакування.

Таблиця 2

Характеристика зростків (однофакторний аналіз ANOVA), $p < 0,01$

Група	Штам	Показник \pm Se (стандартна похибка)				Кількість плодівих тіл, шт.		
		Маса, г	Ширина, мм	Висота, мм	Коефіцієнт асиметрії	Середнє	Мінімум	Максимум
А	2301	$266,3^b \pm 23,1$	$161,9^b \pm 4,3$	$134,1^b \pm 4,3$	$1,26^b \pm 0,03$	$14,6^b \pm 1,3$	1	66
	Z	$273,4^b \pm 24,0$	$141,6^{bc} \pm 5,8$	$110,5^c \pm 5,1$	$1,33^{ab} \pm 0,03$	$18,8^b \pm 1,6$	1	73
	2316	$220,8^{bc} \pm 19,1$	$121,7^c \pm 5,9$	$128,3^b \pm 8,4$	$1,04^c \pm 0,04$	$19,6^b \pm 1,5$	2	58
В	2314	$83,4^d \pm 6,7$	$88,6^d \pm 5,9$	$63,6^d \pm 4,0$	$1,40^a \pm 0,03$	$36,7^a \pm 2,2$	10	60
	2456	$188,0^c \pm 12,0$	$169,4^{ab} \pm 15,8$	$139,4^b \pm 7,3$	$1,28^b \pm 0,09$	$19,8^b \pm 1,2$	1	52
	431	$430,7^a \pm 27,5$	$184,5^a \pm 3,8$	$172,8^a \pm 4,1$	$1,09^c \pm 0,02$	$44,1^a \pm 2,3$	4	127
НП _{0,05}		55,8	22,4	16,1	0,12	7,8	–	–

Цікаві результати було отримано під час аналізу кількості плодівих тіл у зростках. Штами групи А відрізнялися тим, що ПТ у деяких зростках відмирили, а залишалось лише по 1–5 сформованих плодівих тіл. Така статистика вплинула на значне зни-

ження середнього показника кількості ПТ у зростку: $14,6 \pm 1,3$ (2301), $18,8 \pm 1,6$ (Z) та $19,6 \pm 1,5$ (2316), що значно нижче порівняно із штамами 2314 та 431 ($36,7 \pm 2,2$ та $44,1 \pm 2,3$ відповідно). Максимальна кількість ПТ у зростках досягала 127 (штам 431). Зростки

штаму 2456 (група В) статистично не відрізнялися від штамів групи А за кількістю плодівих тіл, але характеризувалися найменшим показником максимальної кількості плодівих тіл у зростках (52). Штам 2314 відрізнявся від інших найменшими розмірами, але не мав тенденції до утворен-

ня окремих плодівих тіл у перфораціях (найменша кількість плодівих тіл у зростку дорівнювала 10).

Морфологічні ознаки плодівих тіл штамів, що тестувалися, мали суттєві відмінності за всіма дослідженими показниками (табл. 3).

Таблиця 3

Характеристика плодівих тіл (однофакторний аналіз ANOVA), $p < 0,01$

Група	Штам	Показник $\pm Se$ (стандартна помилка)								
		Ширина, мм	Висота, мм	Площа, мм ²	Коефіцієнт асиметрії шапинки	Маса ПТ, г	Маса шапинки, г	Коефіцієнт утрати маси	Довжина ніжки, мм	Діаметр ніжки, мм
А	2301	56,5 ^a ±1,8	45,0 ^a ±1,11	2120 ^a ±119	1,25 ^{ab} ±0,02	15,2 ^a ±1,0	11,2 ^a ±0,8	0,72 ^b ±0,01	26,7 ^{bc} ±0,8	20,5 ^a ±0,6
	Z	54,3 ^a ±1,9	45,3 ^a ±1,14	2072 ^a ±113	1,19 ^b ±0,03	14,1 ^a ±0,8	10,0 ^a ±0,6	0,71 ^b ±0,01	25,7 ^c ±1,1	19,6 ^a ±0,8
	2316	44,5 ^b ±1,68	44,6 ^a ±1,15	1677 ^b ±121	0,99 ^c ±0,02	11,1 ^b ±0,9	7,1 ^b ±0,7	0,62 ^c ±0,00	34,4 ^a ±1,1	13,9 ^b ±0,5
В	2314	44,1 ^b ±1,5	45,6 ^a ±1,08	1684 ^b ±95	0,96 ^c ±0,02	3,5 ^c ±0,2	3,0 ^c ±0,2	0,87 ^a ±0,01	18,6 ^d ±0,8	5,6 ^d ±0,2
	2456	33,4 ^c ±0,9	26,9 ^c ±0,62	722 ^d ±31	1,28 ^a ±0,04	3,3 ^c ±0,2	2,0 ^d ±0,1	0,59 ^d ±0,01	29,3 ^b ±0,8	15,2 ^b ±0,6
	431	33,6 ^c ±1,3	38,6 ^b ±1,06	1090 ^c ±69	0,87 ^c ±0,03	5,1 ^c ±0,4	3,8 ^c ±0,3	0,72 ^b ±0,01	28,1 ^{bc} ±1,9	12,3 ^c ±0,7
НР	0,05	4,32	2,9	269	0,076	1,88	1,48	0,026	2,55	1,56

Зокрема, штамми групи А відрізнялися більшими розмірами й масою, порівняно із штамми групи В. Найбільшу ширину мали плодіві тіла штамів 2301 (56,5±1,8 мм) та Z (54,3±1,9 мм), найменшу – штамів 2456 та 431 (33,4±0,9 мм і 33,6±1,3 мм відповідно).

Показник висоти плодівих тіл визначали для перевірки асиметричності шапинки. Найбільший виявили у штаму 2314 (45,6±1,08), найменший – у штаму 2456 (26,9±0,62). Але, на наш погляд, ліпшої візуалізації розмірів шапинки гливи можна досягти завдяки порівнянню площі. Зокрема, штам 2301 характеризувався найбільшою площею шапинки (2120±119), що утричі перевищувало цей показник у штаму 2456 (722±31) з найменшим результатом у досліді. Отже, для маркетингової політики підприємств, націлених на європейський ринок, де споживачі звикли купувати гливу лише у вигляді окремих шапинок, краще звернути увагу на штамми групи А та штам 2314 групи В. Для виготовлення консервів, де ліпше використовувати маленькі плодіві тіла, які привабливо виглядають у банках, більш підходять штамми 2456 та 431.

Коефіцієнт асиметрії шапинки характеризує форму шапинки гливи, отже штам 2456 мав найбільш розширену мушлеподібну форму ($K_{ac} = 1,28 \pm 0,04$), тоді як більшість шапинок штаму 431 мало листкоподібну витягнуту форму ($K_{ac} = 0,87 \pm 0,03$). Найбільш симетрично округлу форму мали плодіві тіла штаму 2316 ($K_{ac} = 0,99 \pm 0,02$).

Маса плодівих тіл штамів групи А була значно вищою порівняно з групою В: найбільша маса ПТ у досліді визначена для

штаму 2301 (15,2±1,0 г), найменша – для штаму 2456 (3,3±0,2 г).

Коефіцієнт утрати маси врожаю дає змогу спрогнозувати кількість грибної сировини, яку буде реалізовано за високою ціною у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та інші цінні продукти. Такий підхід дає змогу підвищити ефективність господарства за рахунок розширення асортименту продукції та використання відходів. Найліпший коефіцієнт отримано для плодівих тіл штаму 2314 (0,87±0,01), а найгірший для штаму 2456 (0,59±0,01), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодівими тілами.

Штамми відрізнялися за довжиною та діаметром ніжки. Відомо, що саме ці показники є найбільш залежними від умов вирощування, але, з огляду на стандартні умови в камерах вирощування та повторність дослідів, можна говорити про штамові особливості за цим показником, визначені за результатами аналізу. Зокрема, найдовшу ніжку в досліді мали плодіві тіла штаму 2316 (34,4±1,1 мм), найкоротшу – штаму 2314 (18,6±0,8 мм), який характеризувався й найменшим діаметром ніжки (5,6±0,2 мм). Штам 2301 мав товсту ніжку з діаметром 20,5±0,6 мм (найліпший результат у досліді).

На жаль, плодіві тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків (табл. 4, рис. 2–8). Обидва штамми мали жорстку ніжку, яка не змінювала структуру після бланшування.

«Зимові» штамми 2301 і Z мали більш насичене забарвлення поверхні шапинки, щільну

Таблиця 4

Органолептична оцінка плодівих тіл штамів роду глива

Критерій	Штам					
	2301	Z	2316	2314	2456	431
Колір	т-сірий	т-сірий	сірий	с-коричневий	т-бежевий	т-бежевий
Текстура	м'яка	м'яка	м'яка	жорстка	середня	жорстка
Аромат	слабкий	слабкий	слабкий	яскравий	слабкий	слабкий
Шапинка	товста	товста	середня	тонка	тонка	середня
Діаметр ніжки	великий	великий	середній	малий	середній	середній

Примітка. Колір: т – темний; с – світлий.

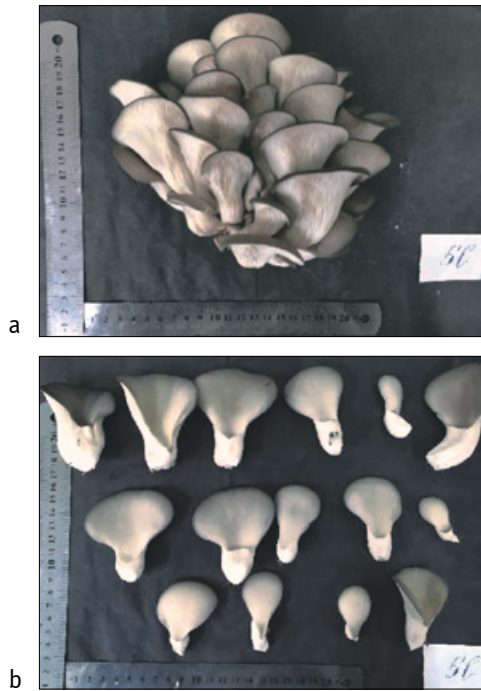


Рис. 2. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2301 (А)

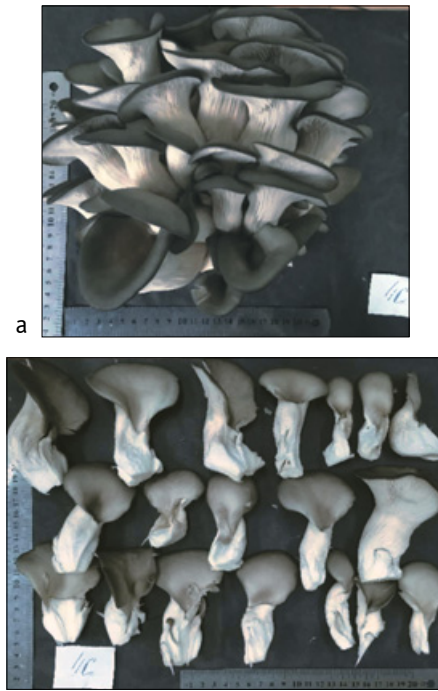


Рис. 3. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму Z (А)

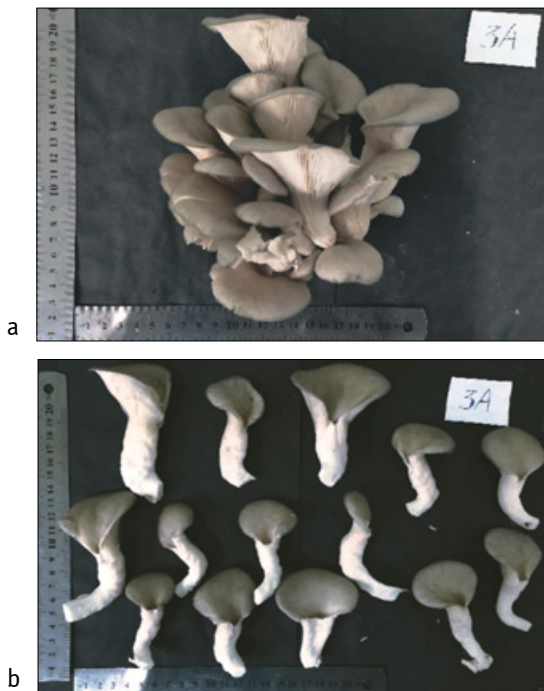


Рис. 4. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2316 (А)

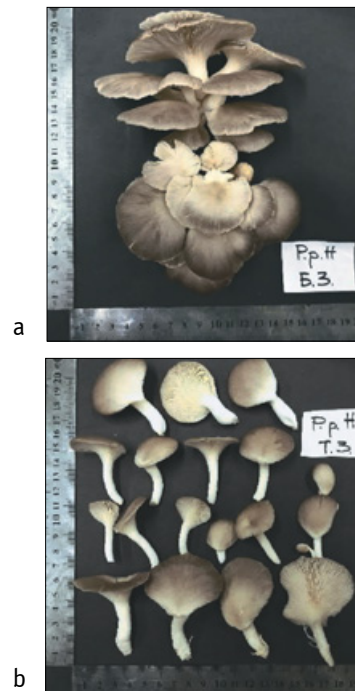


Рис. 5. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2314 (В)

«м'якоть» і м'яку ніжку (рис. 2 і 3). Штами характеризувалися великими, щільними зростками з м'якою основою.

Зростки плодових тіл штамів групи В були більш рихлими, основа зростка – жорсткішою. Слід зазначити практичну відсутність основи зростка у штаму 2314 (*P. pulmonarius*),

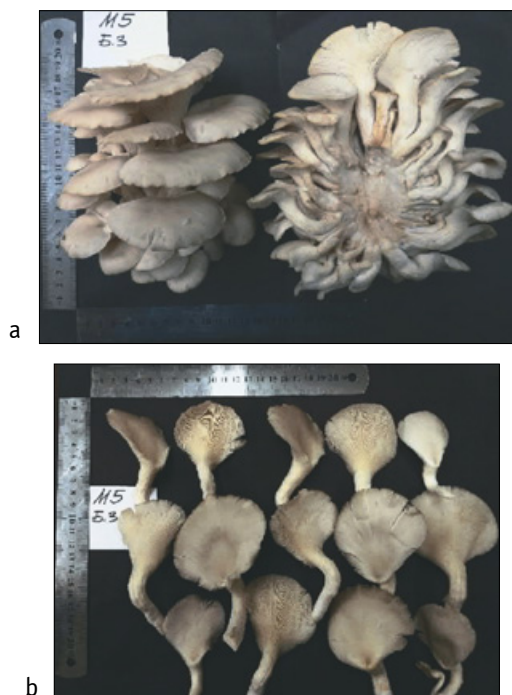


Рис. 6. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 2456 (В)

Штами групи В («літні») мали забарвлення шапинки в коричневих тонах, тож, попри відсутність визначення «бежевого» відтінку в «Методиці проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність» [15], ми змушені були використовувати цей термін, оскільки визначення «світло-коричневий» використовувалося для характеристики кольору ПТ штаму 2314, відтінок покривних тканин якого був на кілька тонів темнішим.

Висновки

Визначено показники біологічної ефективності 6 штамів гливи, що належать до двох видів *P. ostreatus* (Fr.) P.Kumm (5 штамів: 2301, Z, 2316, 2456, 431) і *P. pulmonarius* (Fr.) Qué1 (2314), які культивуються в Україні з 2011 року. Найвищі середні значення за першою хвилиною плодоношення мали штами 2316 (78,9%) із групи «зимових» (А) і 431 (78,4%) із групи «літніх» (В). Досліджувані групи штамів не мали достовірних відмінностей за біологічною ефективністю, що дає можливість говорити про доцільність «літ-

що давало змогу розділяти плодові тіла під час сортування без утрати маси грибної сировини. Крім того, середні розміри плодових тіл цього штаму були суттєво нижчими, що відіграє важливу роль при виготовленні консервів. Немає потреби їх подрібнювати перед укладанням у банку (рис. 5 б).

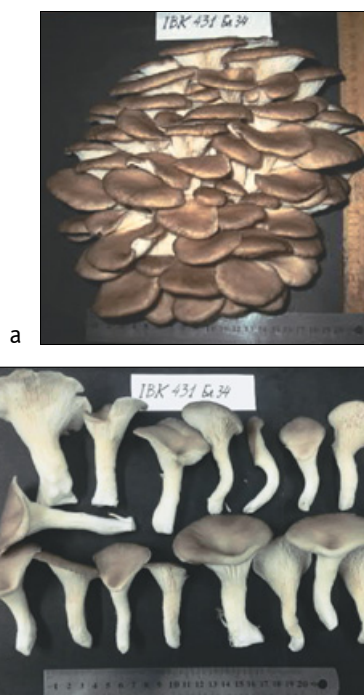


Рис. 7. Зростки (а) і плодові тіла (б) штаму 431 (А)

нього» культивування. Зміна штамів дасть змогу отримувати врожай протягом усього року без додаткових економічних витрат на охолодження або обігрів культиваційних приміщень.

За результатами статистичного аналізу встановлено суттєві відмінності між досліджуваними штамми за основними морфологічними показниками зростків (маса, ширина, висота, коефіцієнт асиметрії, кількість плодових тіл у зростку). Виявлено, що маса зростків досліджуваних «зимових» культиварів значно менше залежить від штамової приналежності (220,8–273,4 г), ніж «літніх» (83,4–430,7 г). Запропоновано показник коефіцієнт асиметрії зростка, який може бути корисним для розрахунку необхідних розмірів тари, що запобігатиме механічним пошкодженням продукції у процесі пакування та транспортування.

Виявлено, що морфологічні ознаки плодових тіл штамів, що тестувалися, мали суттєві відмінності за всіма дослідженими параметрами: ширина, висота, площа, коефіцієнт асиметрії шапинки, маса плодового тіла, маса шапинки, коефіцієнт утрати маси, дов-

жина ніжки, діаметр ніжки. Зокрема, штами групи А відрізнялися більшими розмірами й масою, порівняно зі штамами групи В. Найбільшу масу ПТ визначено для штаму 2301 ($15,2 \pm 1,0$ г), найменшу – для 2456 ($3,3 \pm 0,2$ г). Запропоновано показник коефіцієнт утрати маси врожаю, який показує співвідношення між шапінкою і ніжкою ПТ і дає змогу спрогнозувати кількість грибної сировини, яку буде реалізовано за високою ціною у вигляді шапинок, та кількість сировини, яку можна переробити у грибний фарш, порошок та інші цінні продукти. Найліпший коефіцієнт отримано для плодкових тіл штаму 2314 ($0,87 \pm 0,01$), найгірший – для штаму 2456 ($0,59 \pm 0,01$), який, відповідно, не рекомендуємо до реалізації окремими плодковими тілами. Установлено, що плодкові тіла високопродуктивних штамів 2316 і 431 мали низку органолептичних недоліків.

Використана література

1. Royle D. J. A global perspective on the high five: *Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina*. *Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products* (New Delhi, India, November 19–22, 2014). New Delhi, 2014. Vol. I & II. 2014. P. 1–6.
2. Lucier G., Allshouse J., Lin B.-H. Factors Affecting U.S. Mushroom Consumption. *Economic Research Publication VGS 295-01*. (March 2003). URL: http://guerillagreen.wagn.org/files/Factors_affecting_US_mushroom_consumption-2123.pdf
3. Zhang Y., Geng W., Shen Y. et al. Edible Mushroom Cultivation for Food Security and Rural Development in China: Bio-Innovation, Technological Dissemination and Marketing. *Sustainability*. 2014. Vol. 6, Iss. 5. P. 2961–2973. doi: 10.3390/su6052961
4. Бандура І. І., Миронычева Е. С., Кюрчева Л. Н. Отбор устойчивых к высоким температурам культивирования штаммов *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. *Știința agricolă*. 2014. Nr. 2. P. 56–59.
5. Бандура І. І., Миронычева Е. С. Биологическая эффективность штаммов вешенки обыкновенной *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr) Kumm при низкотемпературном культивировании. *Земледелие и защита растений*. 2013. Вып. 5. С. 33–35.
6. Бисько Н. А., Дудка І. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев : Наук. думка, 1987. 148 с.
7. Голуб Г. А., Абросимова Г. Л., Гайденко О. М. та ін. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері. Київ : Наук. світ, 2010. 30 с.
8. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наук. думка, 1976. 336 с.
9. Дудка І. О. Промышленное культивирование съедобных грибов. Киев : Наук. думка, 1978. 262 с.
10. Міцелій їстівних грибів субстратний. Технічні умови : ДСТУ 7316:2013. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 10 с.
11. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів і субстратів та особливості застосування добрив / за ред. Д. М. Бенцаровського, С. І. Мельника, О. Г. Тараріко. Київ : ДІА, 2005. 208 с.
12. Hoa H. T., Wang C.-L., Wang C.-H. The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*. 2015. Vol. 43, Iss. 4. P. 423–434. doi: 10.5941/MYCO.2015.43.4.423
13. Вдовенко С. А. Сівульський М. Якість плодкових тіл гливи звичайної за вирощування в захищеному ґрунті. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2013. Вип. 183(1). С. 82–90.
14. Вдовенко С. А. Формування врожаю гливи звичайної за інтенсивного вирощування. *Вісник ПДАА*. 2013. № 4. С. 26–29. doi: 10.31210/visnyk2013.04.06
15. Методика проведення експертизи штамів гливи (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm., *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél.) на відмінність, однорідність і стабільність. *Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих, картоплі та грибів на відмінність, однорідність і стабільність* / за ред. С. О. Ткачик. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. С. 1075–1086.

References

1. Royle, D. J. (2014). A global perspective on the high five: *Agaricus, Pleurotus, Lentinula, Auricularia & Flammulina*. In *Proceedings of 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products* (Vol. I & II, pp. 1–6). Nov. 19–22, 2014, New Delhi, India.
2. Lucier, G., Allshouse, J., & Lin, B.-H. (2003). Factors Affecting U.S. Mushroom Consumption. *Economic Research Publication VGS 295-01*. Retrieved from http://guerillagreen.wagn.org/files/Factors_affecting_US_mushroom_consumption-2123.pdf
3. Zhang, Y., Geng, W., Shen, Y., Wang, Y., & Dai, Y.-C. (2014). Edible Mushroom Cultivation for Food Security and Rural Development in China: Bio-Innovation, Technological Dissemination and Marketing. *Sustainability*, 6(5), 2961–2973. doi: 10.3390/su6052961
4. Bandura, I. I., Mironycheva, E. S., & Kyurcheva, L. N. (2014). Selection of the *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél strains which are resistant to high temperatures of cultivation. *Știința agricolă*, 2, 56–59. [in Russian]
5. Bandura, I. I., & Mironycheva, E. S. (2013). Biological efficiency of the *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr) Kumm strains at the low-temperature cultivation. *Zemledelie i zashchita rastenij* [Agriculture and Plant Protection], 5, 33–35. [in Russian]
6. Bis'ko, N. A., & Dudka, I. A. (1987). *Biologiya i kul'tivirovanie sedobnykh gribov roda veshenka* [Biology and cultivation of edible oyster mushrooms]. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]
7. Holub, H. A., Abrosimova, H. L., Haidenko, O. M., Kepko, O. I., & Tomashchuk, A. I. (2010). *Tekhnolohichniy protses vyrobnytstva substratu dlia vyroshchuvannya hlyvy metodom fermentatsii v pasteryzatsiynii kameri* [Technological process of the production of the substrate for cultivation fungus using pasteurization chamber fermentation method]. Kyiv: Naukovyi svit. [in Ukrainian]
8. Pochinok, H. N. (1976). *Metody biokhimičeskogo analiza rasteniy* [Methods of biochemical analysis of plants]. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]
9. Dudka, I. A. (1978). *Promyshlennoe kul'tivirovanie sedobnykh gribov* [Industrial cultivation of the edible mushrooms]. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]
10. *Mitselii їstivnykh hrybiv substratnyi. Tekhnichni umovy: DSTU 7316:2013* [Substrate mycelium of the edible mushrooms. Technical conditions: National standard of Ukraine 7316:2013]. (2010). Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy. [in Ukrainian]
11. Tarariko, O. G., Baljuk, S. A., & Kisił, V. I. (2005). *Metodyka ahrokhimičnogo obstezhennia teplychnykh gruntiv i substrativ ta osoblyvosti zastosuvannya dobriv* [Methods of agrochemical examination of greenhouse soils and substrates and features of fertilizer application]. Kyiv: DIA. [in Ukrainian]
12. Hoa, H. T., Wang, C.-L., & Wang, C.-H. (2015). The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43(4), 423–434. doi: 10.5941/MYCO.2015.43.4.423
13. Vdovenko, S. A., & Siwulski, M. (2013). The quality of fruiting bodies of oyster mushroom when grown in protected soil. *Rosl. ґruntozn.* [Plant and Soil Science], 183(1), 82–90. [in Ukrainian]

14. Vdovenko, S. A. (2013). Yield formation of Oyster mushroom under the intensive method of growing. *Visnik PDAA* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 4, 26–29. doi: 10.31210/visnyk2013.04.06 [in Ukrainian]
15. The method of oyster mushrooms strains (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm., *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Pleurotus pulmo-*

narius (Fr.) Quél.) examination on Distinctne ss, Uniformity and Stability. (2016). In S. O. Tkachyk (Ed.), *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy ovochevykh, kartopli ta hrybiv na vidminnist, odnorodnist i stabilnist* [The method of DUS expert examination for vegetables, potatoes and mushrooms] (pp. 1075–1086). (2nd ed., rev.). Vinnytsia: Nilan-LTD. [in Ukrainian]

UDC 631.5:635.89

Bandura, I. I.^{1*}, Kulik, A. S.¹, Bisko, N. A.², Khareba, O. V.³, Tsyz, O. M.⁴, & Khareba, V. V.³ (2020). The analysis of biological efficiency and the factors of mushroom quality of oyster mushroom genus as the model of effective cultivation of xylotrophs with high functional value. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(4), 334–342. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224047>

¹Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, 18 B. Khmelnytskyi Ave, Melitopol, Zaporizhzhia region, 72312, Ukraine, e-mail: irabandura@gmail.com

²M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, 2 Tereshchenkivska St., Kyiv, 01004, Ukraine

³National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9 Mykhailo Omelianovich-Pavlenko St., Kyiv, 01010, Ukraine

⁴National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. Morphological and organoleptic evaluation of oyster mushroom strains for selection of assortment of highly productive strains with valuable consumer properties for winter and summer cultivation and suitability for sale in fresh or processed form were investigated. **Methods.** The scheme of the experiment includes 6 strains of oyster mushrooms belonging to two species: *Pleurotus ostreatus* (5 strains: 2301, Z, 2316, 2456, 431) and *Pleurotus pulmonarius* (2314). Laboratorial, laboratorial-industrial and statistical methods are used. **Results.** The dynamics of agrochemical parameters of substrates obtained by the method of aerobic fermentation in the high layer proved their optimality according to the main criteria and compliance to regulatory documentation. The biological efficiency of the strains was in the range of 40–78.9%. It was found the highest mass of clusters for the «summer» strain 431 (430.7 g). It was determined the highest weight of the fruiting body for strain 2301 (15.2 g), and the lowest – for 2456 (3.3 g). **Conclusions.** The values of biological efficiency of strains are determined. The highest average values for the first wave of fruiting had strains 2316 (78.9%) from the group of “winter” (A) and 431 (78.4%) from the group of “summer” (B). According to the results of statistical analysis,

significant differences were found between the studied strains in the main morphological indicators of clusters. It was found that the mass of clusters of “winter” cultivars depends much less on the strain peculiarities (220.8–273.4 g) than “summer” (83.4–430.7 g). It was proposed the indicator of the cluster asymmetry coefficient which can be useful for calculating the required container sizes. It was determined that the morphological features of fruiting bodies had significant differences in all studied parameters. In particular, the strains of group A differed in size and weight. It was proposed the index of weight loss of the crop coefficient, which shows the ratio between the cap and stem of the fruiting body and allows to predict the amount of mushroom raw material that will be sold in the form of caps, and the amount of raw material that can be processed into minced mushroom, powder and others. The best coefficient was obtained for the fruiting bodies of strain 2314 (0.87), and the worst – for 2456 (0.59), which, accordingly, is not recommended for sale by individual fruiting bodies. It was found that the fruiting bodies of high-yielding strains 2316 and 431 had a number of organoleptic defects.

Keywords: oyster mushroom; strains; biological efficiency; cluster; fruiting body; organoleptic value.

Надійшла / Received 11.11.2020
Погоджено до друку / Accepted 30.11.2020