



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 635.82

© 2021

ВПЛИВ СКЛАДУ СУБСТРАТІВ НА МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ *PLEUROTUS* *CITRINOPLEATUS* SINGER

І.І. Бандура¹, А.С. Кулик², О.В. Хареба³, В.В. Хареба⁴,
О.М. Цизь⁵, С.В. Чаусов⁶, С.В. Макогон⁷

¹кандидат сільськогосподарських наук

²кандидати технічних наук

³доктор сільськогосподарських наук

⁴доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

⁵кандидат сільськогосподарських наук

^{1, 2, 6, 7}Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
пр-т Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь Запорізької обл., 72315, Україна

³⁻⁵Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15 м. Київ, 03041, Україна

e-mail: ¹iryna.bandura@tsatu.edu.ua; ²alina.kulyk@tsatu.edu.ua;

³lena1060725@gmail.com; ⁴vhareba@gmail.com; ⁵tsyrom@gmail.com;

⁶sergii.chausov@tsatu.edu.ua

ORCID: ¹0000-0001-7835-3293; ²0000-0001-5403-3084; ³0000-0002-6763-1988;

⁴0000-0002-2479-3530; ⁵0000-0001-7174-7011; ⁶0000-0003-3811-9077; ⁷0000-0002-4791-5115

Надійшла 17.02.2021

Мета. З'ясувати вплив субстратних композицій з сільськогосподарських залишків (соломи ячменю та лушпиння соняшнику) на морфологічні характеристики зростків та окремих плодових тіл *P. citrinopileatus*, а також на біохімічні показники грибної сировини. **Методи.** Емпіричного аналізу і синтезу, розрахунково-аналітичні, статистичні. **Результати.** За рахунок змішування рослинних матеріалів у вирахованій пропорції вдалося досягти бажаного співвідношення органогенних елементів (C/N), але різна структурна будова складників зумовила істотну різницю між показниками вологості та щільності отриманих субстратів. **Визначено,** що склад виготовлених субстратів не мав статистично доведеного впливу на основні технологічні характеристики зростків: масу, розміри та загальну кількість плодових тіл у зростках ($p > 0,05$), тоді як морфологічні ознаки окремих плодових тіл істотно різнилися. Статистично доведеної залежності біохімічного складу плодових тіл від зміни компонентів рослинних залишків у формулі субстрату не виявлено, але за U-тестом порівнянням середніх доведено збільшення протеїнів у сухій речовині до $32,07 \pm 0,27\%$ за умов використання субстрату №3, що на 8% вище, ніж у плодових тілах, отриманих з субстрату №1. **Висновки.**

Визначено можливість використання доступних місцевих сільськогосподарських залишків (соломи ячменю та лушпиння соняшнику) для культивування гриба *P. citrinopileatus*, цінного їстівного виду з доведеними оздоровчими властивостями. Проаналізовано технологічні характеристики зростків, що дає можливість розрахувати розміри пакувальної тари для зменшення механічних пошкоджень грибів у процесі фасування. Статистично доведено вплив складу субстрату на морфологічні ознаки та біохімічний склад плодових тіл. Виявлено позитивну кореляцію між вмістом зольних речовин у субстраті та в отриманих плодових тілах.

Ключові слова: грибовництво, глива золота, плодові тіла, зростки, хімічний склад

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-02>

Промислове культивування екзотичних дереворуйнівних грибів стрімко розвивається в усьому світі, що пов'язано зі зростаючим інтересом споживачів до грибів, які є відомими складовими функціонального харчування [1, 2]. Гриби містять біоактивні речовини, що сприяють зниженню рівня цукру і холестерину в крові, підтримують активну роботу імунної системи організму, лімітують розвиток атипичних клітин [3–5]. Світовий ринок поступово насичується корисними і смачними продуктами на основі дереворуйнівних грибів. Аналіз сучасних наукових публікацій демонструє зацікавленість дослідників у розробці методів контролю та регуляції біохімічного складу грибів, а також його змін під час температурної обробки, пошуку способів і умов збереження біологічно-активних речовин в готовому продукті [6, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час вивчення складу цінних для медичного застосування, але недостатньо досліджених видів екзотичних грибів *Pleurotus citrinopileatus* (глива лимонна або золота), *Pleurotus salmoneo stramineus* (глива рожева) і *Pholiota nameko* (чешуйчатка їстівна) визначили, що вміст протеїнів у плодових тілах становить 16,2–26,6 %, вуглеводів 52,7–64,9 %, (в тому числі біоактивних бета-глюканів), а вміст жиру не перевищує 3,5% у перерахунку на суху вагу [8]. У плодових тілах цих грибів виявлено вищий вміст моно- і поліненасичених жирних кислот порівняно з насиченими (більше 30% лінолевої кислоти від загального вмісту ліпідів), макроелементи K, Mg, P та

мікроелементи Zn, Cu і Fe (кількість яких перевищувала 15% від рекомендованого добового споживання) [9].

Особливу увагу викликають гриби *P. citrinopileatus* через насичений «крабовий» аромат, який з'являється тільки після термічної обробки і пов'язаний із виділенням сірки та азотовмісних компонентів, кетона C8 і альдегіду C8 при частковому розкладанні органічних речовин [10].

За даними автора [11], який вивчав особливості водних екстрактів, отриманих з плодових тіл *P. citrinopileatus*, їхні полісахаридні фракції індукували високу експресію мРНК-фактора, що сприяв некрозу пухлини (TNF)- α у досліджених мишей. Китайські дослідники пов'язують антиоксидантні та імуномодельючі функції з наявністю особливого нелектинового глікопротеїну (PCP-3A), який міститься в плодових тілах *P. citrinopileatus*, а також, зберігає свої властивості після висушування, тому висловлюють впевненість у можливості успішного використання препаратів на основі *P. citrinopileatus* для боротьби з лейкемією. Водний екстракт *P. citrinopileatus* поліпшує толерантність до глюкози у мишей, які отримували їжу з високим вмістом жиру, що, на думку вчених, є профілактикою виникнення діабету [12]. Вчені відзначають ефективність збагачення йогурту полісахаридами *P. citrinopileatus* в кількості 0,8% з додаванням 5% сахарози [13].

Зазначається, що склад субстратних композицій має істотний вплив на біохімічний склад плодових тіл грибів. Відзначено

зростання загальних антиоксидантного й оксидантного статусів, окислювального індексу стресу в екстрактах грибів, вирощених на субстраті з 90% тирси та 10% пшеничних висівок [14].

Отже, питання адаптації сучасних світових технологій до можливостей та умов українського грибовиробництва є надзвичайно актуальним. Водночас, треба визнати, що кількість вітчизняних наукових даних щодо ефективності використання місцевої сировини та її впливу на якісні показники плодівих тіл *P. citrinopileatus* є недостатньою для успішного впровадження промислових технологій вирощування цього цінного виду.

Мета досліджень — з'ясувати вплив субстратних композицій з сільськогосподарських залишків (соломи ячменю та лушпиння соняшнику) на морфологічні характеристики зростків та окремих плодівих тіл *P. citrinopileatus*, а також на біохімічні показники грибної сировини.

Методика досліджень. Дослідження проводили в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного та в умовах промислового виробництва ТОВ НВП «Грибний лікар» (Мелітопольський р-н. Запорізької обл.) у січні — квітні 2020 р.

Культуру досліджуваного штаму *Pleurotus citrinopileatus* Singer 2161 IBK підтримували на живильному середовищі такого складу: агар-агар — 20 г, мальт-декстроза — 20 г, дріжджовий екстракт сухий — 2 г; вода — до 1 літра [15]. Живильне середовище стерилізували 35 хв за температури 121°C. Культури інкубували 8 діб за температури 24°C до повної колонізації поверхні живильного середовища [16].

За виготовлення субстратних композицій прагнули підтримувати співвідношення

вуглецю до азоту на рівні 20 до 1 [17] та сформувати оптимальні значення показників вологості (61–65 %) і щільності субстратів (500–700 кг/м³) [18]. Розрахунок проводили з урахуванням початкової вологості сировини за авторською формулою (табл. 1).

Стерилізацію субстратів проводили в промисловому автоклаві за температури 121 ± 3 °C протягом 120-ти хвилин. Інкубацію субстрату здійснювали за температури 20 ± 2 °C та відносної вологості повітря 68 ± 3%. Ініціацію плодоношення починали на 16-ту добу за появи перших «вузликів» лимонного кольору на поверхні субстрату. Збір врожаю проводили на стадії технічної зрілості до початку спороношення.

Аналіз технічних показників субстратів і складу плодівих тіл виконували загальноприйнятими методами в 3-разовій повторності для кожного циклу вирощування. Уміст води у субстраті визначали термобариметричним методом, золи та загального азоту — з використанням методу К'ельдаля в інтерпретації Починка [19].

Співвідношення C/N в субстраті визначали за формулою:

$$C/N = 0,52 (100 - a) / N,$$

де а — вміст золи, %; 0,52 — усереднений коефіцієнт вмісту карбону, N — вміст загального нітрогену, % [17].

Хімічний склад плодівих тіл визначали загальноприйнятими методами [20].

Статистичний аналіз отриманих результатів здійснено за допомогою пакета Microsoft Office Excel 2016 MSO та вбудованої до нього програми QI Macros 2020.

Результати досліджень. Підготовлені композиції субстратів істотно відрізнялися ($p < 0,05$) за показником вологості та за показником щільності (табл. 2). Найвищий показник вологості було визна-

1. Склад субстратів для вирощування *P. citrinopileatus*

Варіант	Солома	Лушпиння соняшнику	Паливні гранули з лушпиння	Насіння ріпаку	Мука кукурудзяна	Крейда (CaCO ₃)	Вода
1	250	311	563	164	138	8	2100
2	333	0	688	182	188	8	2600
3	0	522	625	164	213	8	2300

чено в субстратній композиції №2 ($66,3 \pm 1,4\%$), найменший — у 1-му варіанті ($61,2 \pm 1,3\%$). Щільність субстрату №3 в 1,7–1,8 разів була вищою, ніж у інших композиціях. За показниками рН та хімічним складом (вміст загального нітрогену, маса зольних речовин та співвідношення карбону до нітрогену) виготовлені субстрати не відрізнялися.

Не визначено істотного впливу формули субстрату на масу зростків, їх розміри та загальну кількість плодових тіл у зростку (табл. 3). Але зазначено, що всі показники морфологічних ознак зростків, отриманих на субстраті №3, були нижчими порівняно з субстратами №1 та №2.

Визначені результати значно відрізнялися від даних М.М. Ковальова й А.В. Сиволапа [21], які отримували зростки масою від 400 до 700 г на субстратах із соломи з додаванням ЕМ-препаратів.

Загальна форма шапинки *P. citrinopileatus* була округлою, без наявної асиметрії, що традиційно є наявною у шапинок гливи звичайної. Край шапинки з настанням біологічної стиглості набував хвилеподібної форми та ставав значно світлішим порівняно з центральною частиною. Морфологічні показники плодових тіл, отриманих на різних варіантах субстрату істотно відрізнялися ($p < 0,05$) (рис. 1, табл. 4).

Достовірно найбільший показник маси плодового тіла ($p = 0,01$) було отримано за

використання субстрату формули №1 ($13,2 \pm 2,3$ г), інші варіанти мали ідентичну середню масу (7,7 г).

Середній показник діаметра шапинки на субстраті формули №1 становив $52,4 \pm 3,7$ мм, що є максимальним показником у досліді, тоді як на субстраті №3 отримали найменший показник цього параметра ($45,3 \pm 1,5$ мм), хоча статистично доведеної відмінності між варіантами досліді не визначено. Отже, діаметр шапинок плодових тіл гливи золотої більше залежить від штаму, що підтверджується у дослідженнях як українських вчених [22], так і вчених Малайзії та Індонезії [23].

Висота шапинки плодових тіл, отриманих на субстраті формули №2 достовірно відрізнялася від інших варіантів, і була на 5,5 мм більшою порівняно з варіантом №1 та на 8,4 мм — порівняно з варіантом №3.

Найбільшу висоту плодових тіл виявлено за використання субстрату №1 ($53,1 \pm 3,5$ мм), найменшу — у варіанті №2 ($36,9 \pm 1,4$ мм).

За результатами однофакторного аналізу не визначено впливу формули субстрату на хімічний склад плодових тіл *P. citrinopileatus*, але загальна кількість вуглеводів у плодових тілах, отриманих на субстраті формули №1 була вищою порівняно з іншими варіантами досліді (рис. 2).

Найвищу кількість протеїнів було визначено у плодових тілах, отриманих із субстрату формули №3 ($32,07 \pm 0,27\%$), тоді як

2. Технічні показники субстратів

Формула	Вологість, %	рН	Загальний нітроген, %	Зола, %	Співвідношення C:N	Щільність кг/м ³
1	$61,2^b \pm 1,3$	$6,7 \pm 0,3$	$2,28 \pm 0,18$	$4,4 \pm 0,3$	$21,8 \pm 1,1/1$	$343^b \pm 34$
2	$66,3^a \pm 1,4$	$6,5 \pm 0,1$	$2,55 \pm 0,27$	$4,9 \pm 0,6$	$19,4 \pm 1,8/1$	$325^b \pm 23$
3	$61,5^b \pm 1,8$	$6,5 \pm 0,3$	$2,31 \pm 0,31$	$3,8 \pm 0,9$	$21,7 \pm 1,3/1$	$578^a \pm 29$
HIP ₀₅	1,11	0,21	0,24	0,87	1,6	83

3. Морфологічні показники зростків *P. citrinopileatus*

Формула	Маса, г	Ширина, мм	Висота, мм	Кількість плодових тіл, шт.
1	$201,6 \pm 21,6$	$176,4 \pm 9,8$	$120,6 \pm 6,1$	$54,9 \pm 7,4$
2	$181,2 \pm 25,0$	$176,4 \pm 8,7$	$126,1 \pm 7,2$	$41,5 \pm 6,3$
3	$141,5 \pm 43$	$140,5 \pm 5,5$	$109,5 \pm 30,5$	$38,0 \pm 11,0$



Рис. 1. Зовнішній вигляд плодових тіл *P. citrinopileatus* 2161 IBK, отриманих за умов використання: а) субстрату №1; б) субстрату №2; в) субстрату №3

на субстраті формули №1 вміст протеїнів був найнижчим ($24,80 \pm 3,71\%$).

Кількість вуглеводів, за виключенням ендopolісахаридів (ендо ПС), коливалася від $56,13 \pm 1,47\%$ (субстрат №3 — найнижчий показник) до $59,95 \pm 2,56\%$ (субстрат №1 — найвищий показник).

Кількість надзвичайно цінних для медичного використання ендopolісахаридів у плодових тілах гливи золотої коливалася від $2,54 \pm 0,54\%$ (субстрат №3) до $4,72 \pm 0,61\%$

на субстраті №1. Отже, максимальний показник вмісту цих вуглеводів було отримано на найбільш різноманітному за складом субстраті. Подібні висновки сформовано і в дослідженнях з *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm., де кількість ендopolісахаридів за використання шроту олійних культур досягала 3,5%, а за використання зародків пшениці — 4,5% [24].

Найвищий показник вмісту жирів визначено у плодових тілах, вирощених на суб-

4. Морфологічні показники плодових тіл *P. citrinopileatus*

Формула	Маса плодового тіла	Діаметр шапинки	Висота шапинки	Висота ніжки	Діаметр ніжки
1	$13,2^a \pm 2,3$	$52,4 \pm 3,7$	$32,6^b \pm 1,9$	$53,1^a \pm 3,5$	$14,5^a \pm 1,0$
2	$7,7^b \pm 0,8$	$50,3 \pm 2,0$	$38,1^a \pm 1,7$	$36,9^c \pm 1,4$	$10,8^b \pm 0,5$
3	$7,7^b \pm 0,7$	$45,3 \pm 1,5$	$29,7^b \pm 1,3$	$46,6^b \pm 1,6$	$11,2^b \pm 0,5$
HIP ₀₅	4,1	7,0	4,7	6,4	2,2

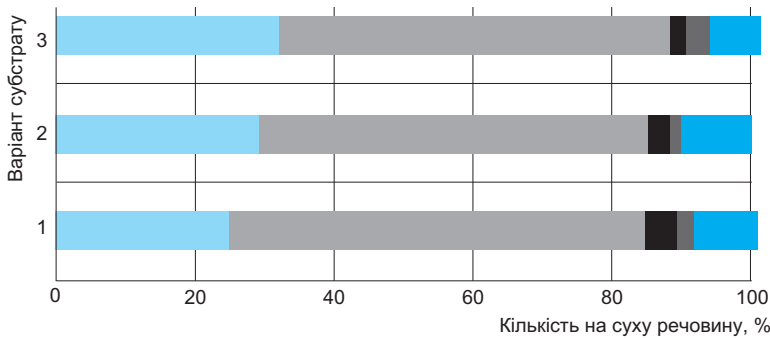


Рис. 2. Хімічний склад плодових тіл *P. citrinopileatus*: ■ — протеїни, ■ — вуглеводи, ■ — ендо ПС, ■ — ліпіди, ■ — зола

страті №3 ($3,39 \pm 0,99\%$), тоді як на субстраті №2 з найбільшим відсотком соломи вміст жирів становив найменший відсоток від маси сухої речовини ($1,39 \pm 0,12\%$).

Найвищий вміст зольних речовин було

визначено у плодових тілах, отриманих на субстраті №2 ($10,14 \pm 1,19\%$), тоді як вирощені на субстраті №3 плодові тіла характеризувалися найнижчим вмістом золи ($7,47 \pm 0,96\%$).

Висновки

Перевірено можливість використання рослинних сільськогосподарських залишків, що є доступними у більшості областей України, для вирощування їстівного ксилотрофного гриба *P. citrinopileatus* у штучних умовах.

Визначено морфологічні характеристики та вміст органічних і зольних речовин у плодових тілах, вирощених на субстратах із різним співвідношенням соломи та лушпиння соняшнику. Найбільші

за середньою масою плодові тіла ($13,2 \pm 2,3\text{г}$) з умістом біоактивних ендополісахаридів ($4,72 \pm 0,61\%$) отримували на субстраті, що складався з соломи, лушпиння соняшнику, паливних гранул на основі лушпиння соняшнику, зерна ріпаку, кукурудзяної муки, гіпсу та води у співвідношенні 31:39:70:20:17:1:263.

Найбільшу кількість протеїну містили плодові тіла, вирощені на субстраті без додавання соломи ($32,07 \pm 0,27\%$).

Bandura I.¹, Kulyk A.², Khareba O.³, Khareba V.⁴, Tsyz O.⁵, Chausov S.⁶, Makogon S.⁷

^{1, 2, 6, 7}Tavriia State Agrotechnological University named after Dmytro Motornyi, 18, B. Khmelnytskoho Ave., Melitopol, Zaporizhzhia oblast, 72315, Ukraine, ³⁻⁵National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine; e-mail: ¹iryana.bandura@tsatu.edu.ua, ²alina.kulyk@tsatu.edu.ua, ³lena1060725@gmail.com, ⁴vhareba@gmail.com, ⁵tsyzom@gmail.com, ⁶sergii.chausov@tsatu.edu.ua; ORCID: ¹0000-0001-7835-3293, ²0000-0001-5403-3084, ³0000-0002-6763-1988, ⁴0000-0002-2479-3530, ⁵0000-0001-7174-7011, ⁶0000-0003-3811-9077, ⁷0000-0002-4791-5115

Influence of substrate composition on morphological and biochemical parameters of *Pleurotus citrinopileatus* Singer

Goal. To find out the influence of substrate compositions made of agricultural residues (barley straw and sunflower husk) on the morphological characteristics of sprouts and individual fruiting bodies of *P. citrinopileatus*, as well as on the biochemical parameters of fungal raw materials. **Methods.** Empirical analysis and synthesis, computational and analytical, statistical. **Results.** Due to the mixing of plant materials in the calculated proportion, the desired ratio of organogenic elements (C/N) was achieved, but the different structures of the components caused a significant difference between the humidity and density of the obtained substrates. It was determined that the composition of the manufactured substrates did not have a statistically proven effect on the main technical characteristics of the growths: weight, size and the total number of fruiting bodies in the sprouts ($p > 0.05$), while the

morphological characteristics of individual fruiting bodies differed significantly. Statistically proven dependence of the biochemical composition of fruiting bodies on changes in the components of plant residues in the formula of the substrate was not detected, but the U-test with the use of comparison of the average values had proved an increase in protein in the dry matter to $32.07 \pm 0.27\%$ at the use of substrate № 3, which was 8% higher than in fruiting bodies obtained from the substrate № 1. **Conclusions.** The possibility of using available local agricultural residues (barley straw and sunflower husk) for the cultivation of the fungus *P. citrinopileatus*, a valuable edible species with proven

healing properties, has been determined. The technological characteristics of the sprouts were analyzed, which made it possible to calculate the size of the container to reduce mechanical damage to the mushrooms during packaging. The influence of the substrate composition on the morphological features and biochemical composition of fruiting bodies was statistically proved. A positive correlation was found between the content of ash substances in the substrate and the obtained fruiting bodies.

Key words: mushroom growing, gold oyster mushroom, fruiting bodies, sprouts, chemical composition.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-02>

Бібліографія

1. *Mushrooms as functional foods.* Ed. by Cheung P.C. John Wiley & Sons, 2008. 296 p.
2. Prasad S., Rathore H., Sharma S., Yadav A. S. Medicinal mushrooms as a source of novel functional food. *Int J Food Sci Nutr Diet.* 2015. V.4(5). P. 221–225. doi: 10.19070/2326-3350-1500040.
3. Khan A.A., Gani A., Khanday F.A., Masoodi F.A. Biological and pharmaceutical activities of mushroom β -glucan discussed as a potential functional food ingredient. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre.* 2018. V.16. P. 1–13. doi: 10.1016/j.bcdf.2017.12.002.
4. Heleno S. A., Barros L., Martins A. et al. Nutritional value, bioactive compounds, antimicrobial activity and bioaccessibility studies with wild edible mushrooms. *LWT-Food Science and Technology.* 2015. V.63(2). P. 799–806. doi: 10.1016/j.lwt.2015.04.028.
5. Golak-Siwulska I., Kałużewicz A., Spizewski T. et al. Bioactive compounds and medicinal properties of Oyster mushrooms (*Pleurotus* sp.). *Folia Horticulturae.* 2018. V. 30(2). P. 191–201. doi: 10.2478/fhort-2018-0012.
6. Tan Y. S., Baskaran A., Nallathamby N. et al. Influence of customized cooking methods on the phenolic contents and antioxidant activities of selected species of oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.). *Journal of food science and technology.* 2015. V. 52(5). P. 3058–3064. doi: 10.1007/s13197-014-1332-8.
7. Lee K., Lee H., Choi Y. et al. Effect of different cooking methods on the true retention of vitamins, minerals, and bioactive compounds in shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*). *Food Science and Technology Research.* 2019. V. 25(1). P. 115–122. doi: 10.3136/fstr.25.115.
8. Rodrigues D.M., Freitas A.C., Rocha-Santos T.A. et al. Chemical composition and nutritive value of *Pleurotus citrinopileatus* var *cornucopiae*, *P. eryngii*, *P. salmoneo stramineus*, *Pholiota nameko* and *Hericium erinaceus*. *Journal of Food Science and Technology.* 2015. V.52(11). P. 6927–6939. doi: 10.1007/s13197-015-1826-z.
9. Deepalakshmi K., Sankaran M. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. *Journal of Biochemical Technology.* 2014. V.5(2). P. 718–726.
10. Miyazawa M., Dejima Y., Takahashi T. et al. Characteristic odor components of essential oil from dried fruiting bodies of golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus*). *Journal of Essential Oil Research.* 2011. V.23(3). P. 58–63. doi: 10.1080/10412905.2011.9700459.
11. Minato K.I. Immunomodulation activity of a polysaccharide fraction of a culinary-medicinal mushroom, *Pleurotus citrinopileatus* Singer (Agaricomycetideae), in vitro. *International Journal of Medicinal Mushrooms.* 2008. V.10(3). doi: 10.1615/IntJMedMushr.v10.i3.40.
12. Sheng Y., Zhao C., Zheng S. et al. Anti-obesity and hypolipidemic effect of water extract from *Pleurotus citrinopileatus* in C57 BL/6J mice. *Food science & nutrition.* 2019. V.7(4). 1295–1301. doi: 10.1002/fsn3.962.
13. Jing L. I. Study on the Processing Technology of Functional Yoghurt from Golden Mushroom Polysaccharide. *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* 2009. V.3. Retrived from: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-AHNY200903162.htm.
14. Gürgen A., Sevindik M., Yildiz S., Akgül H. Determination of Antioxidant and Oxidant Potentials of *Pleurotus citrinopileatus* Mushroom Cultivated on Various Substrates. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi.* 2020. V.23(3). P. 586–591. doi:10.18016/ksutarimdog.16.626803.
15. Бісько Н.А., Ломберг М.І., Митропольська Н.Ю., Михайлова О.Б. Колекція культур шапинкових грибів. К.: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного, Альтерпрес, 2016. 120 с.
16. Бухало А.С. Высшие съедобные бази-

диоміцети в чистій культурі. К.: Наукова думка, 1988. 144 с.

17. Зенова Г.М., Степанов А.И., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв. М.: Изд-во МГУ, 2002. 88 с.

18. Wanzenböck E., Apprich S., Tirpanalan Ö. et al. Wheat bran biodegradation by edible *Pleurotus* fungi—A sustainable perspective for food and feed. *LWT*. 2017. V.86. P. 123–131. doi: 10.1016/j.lwt.2017.07.051.

19. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. К., 1976. 334 с.

20. Бороменський Д.О., Бісько Н.А. Вплив умов культивування на накопичення біомаси та ендополісахаридів грибами роду *Ganoderma* (Ganodermatacea). Український ботанічний журнал. 2020. V.77 (2). С. 117–124. doi:10.15407/ukrbotj77.02.117.

21. Ковальов М.М., Сиволап А.В. Ферментація солом'яного субстрату ЕМ-препаратом при

виращуванні гливи лимонно-шляпкової: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Досягнення та перспективи виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. 2016. 22 с.

22. Rosnina A. G., Tan Y. S., Abdullah N., Viki-neswary S. Morphological and molecular characterization of yellow oyster mushroom, *Pleurotus citrinopileatus*, hybrids obtained by interspecies mating. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2016. 32(2). doi:10.1007/s11274-015-1959-2.

23. Кудашева А.В., Галиев Б.Н., Ширни-на Н.М. и др. Питательная ценность соломы злаковых культур в Оренбургской области. *Животноводство и кормопроизводство*. 2015. 1 (89).

24. Культивирование *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Kumm. на растительных отходах. *Biotechnology Acta*. 2014. V.7(4). С. 92–99. doi: 10.15407/biotech7.04.092