



УДК 57.085.

DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2022-2-7>

Антагоністичні взаємодії деяких макроміцетів та *Penicillium* sp. (*Aspergillaceae*) в культурі

Марія Пасайлюк¹, Леся Пліхтяк²

¹Національний природний парк "Гуцульщина", Україна

²Косівський фаховий коледж прикладного та декоративного мистецтва

Адреса для листування: maria.pasailiuk@gmail.com

Отримано: 30.10.22; прийнято до друку: 15.012.22; опубліковано: 30.12.22

Резюме Вагомим критерієм при виборі певних штамів грибів для їх промислового культивування є їх бактерицидні та фунгіцидні властивості. Метою роботи було проаналізувати деякі штами грибів на предмет їх здатності протидіяти *Penicillium* sp. в умовах конфронтації. В результаті проведених досліджень рівнозначні антагоністичні властивості встановлені між мікроміцетом та *Polyporus umbellatus* 2511, 2510, *Sparassis nemecii* 2327. Антагоністичні властивості мікроміцета переважають у бінарних композиціях *Penicillium* sp.– *Hericium coralloides* 2332, 2333, *Penicillium* sp. – *Flammulina velutipes* CU. Видами, які видаються перспективними у плані подальшого їх використання для культивування та/чи дослідження їх фунгіцидних властивостей є *Sparassis laminosa* 2211 та *Fomitopsis officinalis* 5004, 2498, 2497, антагоністичні властивості яких переважають при спільному культивуванні із мікроміцетом.

Ключові слова: конфронтація, культури грибів, макроміцети, мікроміцет, штами

Screening of some macromycetes cultures for their resistance to *Penicillium* sp. (*Aspergillaceae*)

Mariia Pasailiuk¹, Lesia Plikhtiak²

¹Polisskiy Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Dovzhik, Zhytomyr district, Zhytomyr region, Ukraine

²Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: maria.pasailiuk@gmail.com

Abstract. The market of mushroom products is constantly developing and improving. An important criterion when choosing certain strains of mushrooms for their industrial cultivation is their bactericidal and fungicidal properties. These characteristics are especially important for consumers of products, because antibiotics and fungicides are used to fight infections in culture, their derivatives can enter the consumer's body together with the grown mushrooms. Besides, good bactericidal and fungicidal properties reduce the final market price of finished products. The aim of the work was to analyze some strains of fungi for their ability to counteract *Penicillium* sp. in conditions of the confrontation. The various variants of confrontational interactions in culture were investigated between *Penicillium* sp. and strains of *Hericium coralloides* 2332, *H. coralloides* 2333, *Sparassis nemecii* 2327, *S. laminosa* 2211, *Polyporus umbellatus* 2510, *P. umbellatus* 2511, *Fomitopsis officinalis* 5004, *F. officinalis* 2498, *F. officinalis* 2497, *Flammulina velutipes* CU. Strains of macromycete which mycelium growth over micromycete mycelium in culture we considered the most promising of further research into their fungicidal properties and use for cultivation on a commercial scale. It was established the ability to counteract *Penicillium* sp. is expressed differently in the studied species, which indicates the importance of screening cultures for their resistance to micromycetes. Equivalent antagonistic properties have been established between *Penicillium* sp. and *P. umbellatus*, *Penicillium* sp. and *S. nemecii*. The antagonistic properties of the micromycete prevail in binary compositions of *Penicillium* sp.– *H. coralloides*, *Penicillium* sp. – *F. velutipes*. Species that seem promising in terms for cultivation or/and for further research into their fungicidal properties and use are *S. laminosa* and *F. officinalis*, the antagonistic properties of which prevail when co-cultivated with a micromycete.

Key words: confrontation, fungal cultures, macromycetes, micromycete, strains.

ВСТУП

Ринок грибної продукції постійно розвивається та удосконалюється. Не зважаючи на те, що багато видів грибів уже "приручені", біологія добре вивчена а виробництво налагоджено, розширення асортименту культивованої грибної продукції є затребуваним аспектом прикладної мікології.

Цьому сприяє попит на мікопродукцію, адже кулінари та майстри ресторанної справи у своєму прагненні задовільнити гурманів та привабити більшу кількість клієнтів вишукують все нові і нові пропозиції грибного асортименту, які могли б постачатися безперебійно та у комерційних масштабах. Все це сприяє розвитку прикладної мікології, біотехнології та відсортовує в мікології напрями, на які науковці-практики а також потенційні грантодавці звертають свою увагу.

В свою чергу, до видів грибів та їх штамів, що обираються для промислового культивування, наука також, окрім їх харчових властивостей, смакових якостей і презентативності плодових тіл, висуває певні вимоги: це і їх продуктивність (високий відсоток біомаси вирощеної продукції відносно використаного субстрату упродовж нетривалого часу); невибагливість до субстрату (здатність рости на доступних та відносно дешевих субстратах); дружнє плононошення (дозрівання плодових тіл відбувається в одних часових рамках культивації, закладеної в один і той же період); стійкість відносно уражень пліснявими грибами та бактеріальними інфекціями [1].

Останній пункт особливо важливий для споживачів продукції, зважаючи на той факт, що боротьба із інфекціями, що уражують міцелій при культивуванні, часто супроводжується використанням антибіотиків і фунгіцидів, які можуть потрапляти в організм споживача разом із готовою продукцією [2]. Це загрожує перенасиченням тканин цими сполуками, розвитком антибіотико- і мікорезистентності та побічними негативними для здоров'я ефектами.

Тому вибір виду та штаму для культивування, який від природи наділений потужними бактерицидними та фунгіцидними властивостями, один із вагомих критеріїв при відбір у промислове застосування штаму. Ця характеристика робить його також економічно бажаними, оскільки знижує кінцеву ринкову ціну готової продукції, так як інфекції впливають на прогрес розвитку та морфологію плодових тіл, викликаючи їх передчасне старіння та загнивання [3].

Практика показує, що часто причиною псування нутрієнтного середовища для зберігання і підтримки колекцій чистих культур, субстратів для виробництва інокулюма для його тиражування, субстратів для вирощування плодових тіл грибів є представники роду *Penicillium* Link.

Тому метою роботи було проаналізувати деякі штами грибів, які є в Колекції чистих культур мікологічної лабораторії Національного природного

парку «Гуцульщина» (НПП «Гуцульщина») на предмет їх здатності протидіяти *Penicillium* sp.

Матеріали і методи

Порівняльний аналіз на здатність протидіяти *Penicillium* sp. проведений із видами *Hericium coralloides* (Scop.) Pers., *Sparassis nemecii* Pilát & Veselý, *Sparassis laminosa* Fr., *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr., *Fomitopsis officinalis* (Vill.) Bondartsev & Singer, *Flammulina velutipes* (Curtis) Singer. Для досліджень використані штами *H. coralloides* 2332, *H. coralloides* 2333, *S. nemecii* 2327, *S. laminosa* 2211, *P. umbellatus* 2510, *P. umbellatus* 2511, *F. officinalis* 5004, *F. officinalis* 2498, *F. officinalis* 2497, які отримані із Колекції культур шапинкових грибів ІБК [4], що є Національним надбанням України. Колекція внесена до World Federation for Culture Collections (WFCC), реєстраційний номер 1152 http://www.wfcc.info/ccinfo/index.php/collection/by_id/1152/. Також використаний штам *F. velutipes* CU, отриманий із Колекції культур грибів FCKU ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ ім. Т.Г. Шевченка. Колекція внесена до World Federation for Culture Collections (WFCC), реєстраційний номер 1000 http://www.wfcc.info/ccinfo/index.php/collection/by_id/1000/

Penicillium sp. був отриманий на поживному середовищі MEA (Merck Co. (Darmstadt, Germany)). Штам депонований в Колекції чистих культур мікологічної лабораторії НПП "Гуцульщина".

Дослідження проводили методом послідовної конфронтації [5]. Для цього культури макроміцетів (крім *Fomitopsis officinalis*) пересаджували на MEA середовище, рН 6.0. Культури *F. officinalis* культивували на САМ середовищі (солодовий агар, 8° за Балінгом, з додаванням 1 % тирси модрина), рН 5.0. Культури інкубували при 22±0.1 °С до заповнення третини поверхні чашки Петрі міцелієм макроміцета. Потім висіювали одноточково, за допомогою бактеріологічної петлі *Penicillium* sp в зоні, що була рівновіддалена від міцелію макроміцета і країв чашки Петрі.

Надалі чашки Петрі із макроміцетом та мікроміцетом культивували в термостаті при 22±0.1 °С. упродовж десяти тижнів та реєстрували типології взаємодій грибів у спільній культурі, орієнтуючись на такі критерії [5]:

А) рівнозначні антагоністичні властивості (А1 зупинка росту обох колоній припиняється тільки після контакту макроміцета і мікроміцета; А2 зупинка росту колоній і макроміцета, і мікроміцета має місце на відстані, до контакту колоній, з чіткою зоною інігування між конфронтуючими культурами);

В) антагоністичні властивості мікроміцета переважають (В1 зупинка росту макроміцета – продовження росту мікроміцета до контакту культур; В2 зупинка росту макроміцета – наростання колонії мікроміцета повністю поверх колонії макроміцета; В3 зупинка росту макроміцета – формування

декількох колоній мікроміцета поверх колонії макроміцета)

С) переважають антагоністичні властивості макроміцета (С1 зупинка росту мікроміцета – продовження росту макроміцета до контакту культур; С2 зупинка росту мікроміцета – наростання колонії макроміцета поверх колонії мікроміцета).

Штами, у яких мало місце наростання міцелію макроміцета поверх культури мікроміцета, тобто варіант конфронтації С2, вважали найбільш перспективними у плані подальшого дослідження їх фунгіцидних властивостей та використання для культивування в комерційних масштабах.

Експерименти були проведені у чотирьох повторностях,

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В результаті проведених досліджень виявлено, що між макроміцтеами і мікроміцетом можливі різні варіанти взаємодії, при цьому видами, які видаються перспективними у плані подальшого дослідження їх фунгіцидних властивостей та використання для культивування в комерційних масштабах є *Sparassis laminosa* та *Fomitopsis officinalis* (табл. 1).

Таблиця

Типи антагоністичних взаємодій між макроміцетами та *Penicillium* sp.

№ п/п	Штам макроміцета	Тип конфронтації*
1	<i>Hericium coralloides</i> 2332	В1
2	<i>H. coralloides</i> 2333	В1
3	<i>Sparassis nemecii</i> 2327	А1
4	<i>S. laminosa</i> 2211	С2
5	<i>Polyporus umbellatus</i> 2510	А1
6	<i>P. umbellatus</i> 2511	А1
7	<i>Fomitopsis officinalis</i> 5004	С2
8	<i>F. officinalis</i> 2498	С2
9	<i>F. officinalis</i> 2497	С2
10	<i>Flammulina velutipes</i> CU	В1

*Примітка: тип конфронтації – А1 зупинка росту обох колоній припиняється тільки після контакту макроміцета і мікроміцета; В1 – зупинка росту макроміцета – продовження росту мікроміцета до контакту культур; С2 – зупинка росту мікроміцета – наростання колонії макроміцета поверх колонії мікроміцета.

У випадку інших культур цвіль заповнювала значний простір чашки Петрі на різні терміни від початку спільного культивування. Тоді як міцелій *Fomitopsis officinalis* та *Sparassis laminosa* після контакту із цвілевим грибом не тільки продовжував свій

ріст на вільному середовищі чашки Петрі, але й здатен був рости поверх цвілевого гриба (рис. 1А, В, 2А, В). Більше того, для *S. laminosa* навіть через 3 роки зберігання на холоді (+5–8° С) здатність протидіяти мікроміцету залишається високою (рис. 1С).

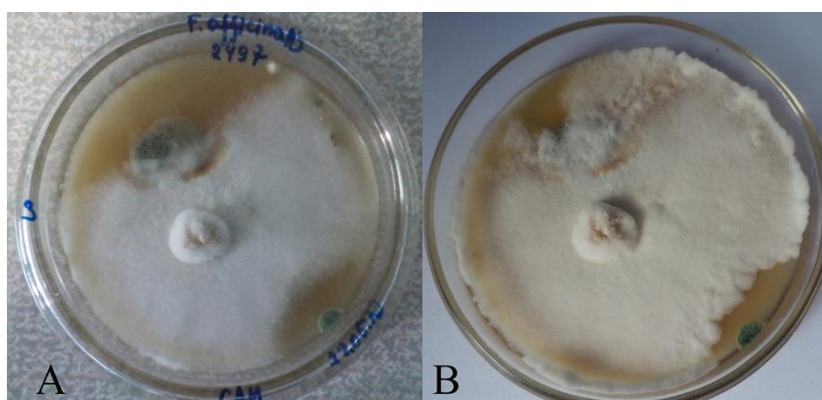


Рис. 1. Антагоністична взаємодія між *Fomitopsis officinalis* 2497 та *Penicillium* sp. через тридцять (А) та п'ятдесят вісім діб (В) конфронтації

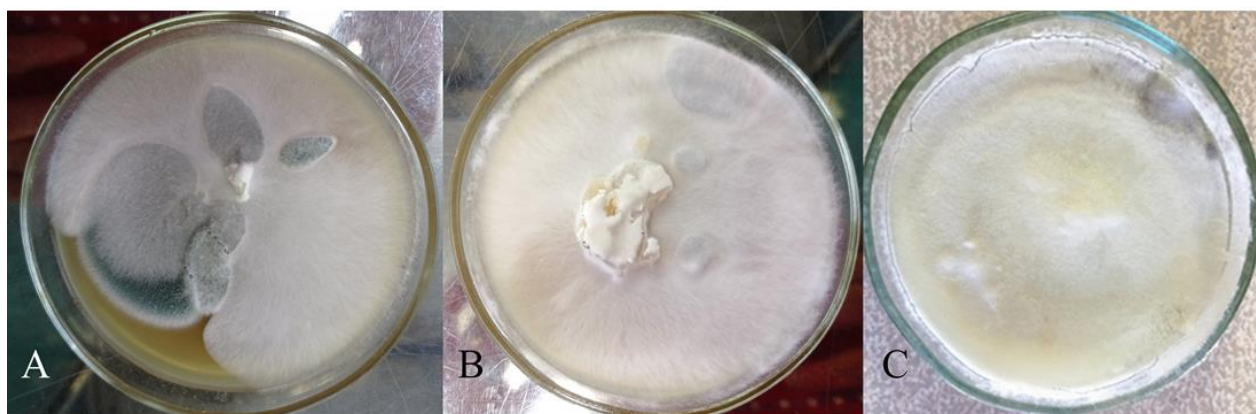


Рис. 2. Антагоністична взаємодія між *Sparassis laminosa* 2211 та *Penicillium* sp. через сім (А), чотирнадцять діб (В) спільного культивування та через три роки (С) зберігання конфронтуючих культур на холоді

Як відомо, мікопаразити завдають значних втрат у комерційних грибних господарствах у всьому світі. Грибкові захворювання мають негативний вплив, оскільки знижують рівень врожайності, якість урожаю, здатні суттєво скоротити площу, відведену під вирощування грибів, а також пошкоджують сформовані базидіоми [6]. Інфекції можуть розповсюджуватися разом із зараженим ґрунтом (наприклад, при вирощуванні шампінйонів), а також на міцелій макроміцетів можуть потрапити спори мікроміцетів при пересівах [7]. Тому гриби, плодове тіла яких природно менш сприйнятливі до інфекції під час їх вирощування, є важливими в плані комерційної пропозиції та попиту на ринку. Також здатність протидіяти цвілевим грибам є важливим критерієм при відборі штамів, здатних продукувати фунгіцидні речовини.

Загалом терапевтичний ефект при використанні багатьох родів/видів грибів в основному приписують наявності в їх плодових тілах таких груп сполук як полісахариди, терпени, фенол, незамінні амінокислоти, мінерали кальцій, калій, магній, залізо та цинк [8]. Основну групу сполук у фунгітерапії, що володіють антиоксидантними, протипухлинними, протидіабетичними, протизапальними, антимікробними, протівірусними та імуномодулюючими активностями представляють полісахариди [8, 9]. Полісахариди глюкану, особливо β-глюкану, виявляють бактерицидну, гіпоглікемічну активності, здатні покращувати імунну реакцію організму завдяки активації макрофагів [11]. Терпени є компонентами, що серед інших біологічно активних речовин грибів, здатні проявляти антиоксидантні, протипухлинні та протизапальні активності [12]. Фенольні компоненти відповідають за антиоксидантну активність екстрактів із грибів, діючи як руйнівники пероксидази, інактиватори металів, хімічні пастки для кисню або інгібітори вільних радикалів [13]. Плодові тіла грибів виробляють багато біоактивних білків і пептидів, таких як лектини і лаккази, які беруть участь у розкладанні лігніну, процесах детоксикації та окисного стресу [8, 9]. Тому і не дивно, що саме для представника роду *Sparassis* та *Fomitopsis officinalis* виявлена здатність активно протидіяти *Penicillium* sp.

Так, для *Fomitopsis officinalis* виявлена активність відносно фітопатогенних грибів (*Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Aspergillus terreus*) та деяких бактерій (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*). Добре відоме використання *F. officinalis* відносно *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Orthopoxvirus* а також протипухлинні і протизапальні активності виду [14]. Наші дослідження свідчать, що апробовані штами гриба здатні успішно конкурувати із *Penicillium* sp за нутрієнтне середовище в умовах послідовної конфронтації.

Для *Sparassis laminosa* вже досліджені значні антагоністичні активності по відношенню до патогенного виду *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. [15] а дихлорметанові екстракти з гриба ефективні відносно бактерій *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* та паразита людини *Biomphalaria glabrata* [16]. Вид є істивним, перспективним для культивування в категорії істивних грибів та вважається потенційно важливим ресурсом для медичних розробок [4].

Приміром для представників роду *Sparassis* Fr. встановлена наявність у плодових тілах цілого спектру біологічно активних сполук: протипухлинного β-глюкану, протигрибкових відносно *Cladosporium cucumerinum* спарассолу (метил-2-гідрокси-4-метокси-6-метилбензоату), метил-2,4-дигідрокси-6-метилбензоату і метил-дигідрокси-метокси-метилбензоату. Також із представників роду виділені низькомолекулярні сполуки з бензолним кільцем, які проявляють бактерицидні властивості відносно стійкого до метициліну *Staphylococcus aureus* і є перспективними для введення їх у склад косметичних засобів. Для роду виявлені бактерицидні відносно стійкого до метициліну *S. aureus* халкони ксантоангелол і 4-гідроксидеррицин, біоактивний сесквітерпеноїд ізодауканового типу – (3R*, 3aS*, 4S*, 8aR*)-3-(1'-гідрокси-1'-метилетил)-5,8a-диметилдекагідроазулен-4-ол а також фталіди – речовини з протипухлинними і антиоксидантними властивостями [17].

Разом з тим, слід відмітити, що в умовах інфікування культури *Sparassis laminosa* *Penicillium* sp. ми не спостерігали формування зачатків плодових тіл, хоча

для виду характерне плодоношення в чистій культурі [18]. Отже, в будь-якому випадку інфікування міцелію гриба є небажаним при масовому вирощуванні плодівих тіл цього виду.

Окрім *Sparassis laminosa* та *Fomitopsis officinalis* в літературі описана наявність біологічно активних речовин також і для *Polyporus umbellatus* (у плодівих тілах та/чи склероціях виду знайдені вітаміни, мікроелементи, ергостерол, полісахариди, екдистерони – аналоги поліпорустерону А-Г [19], *Hericium coralloides* (знайдені полісахариди; ерінацин Е, ліноленова, олеїнова, пальмітинова кислоти – [13], *Flammulina velutipes* (досліджені сесквітерпенові енокіподіни А, В, С, D, Е, J, стерпуроли А, В). Для *F. velutipes* виявлена не тільки антимікробна (відносно *Bacillus subtilis* і *Staphylococcus aureus*) але й протигрибкова активність відносно *Bipolaris sorokiniana*, *Cladosporium herbarum*, *Cochliobolus sativus*, *Fusarium culmorum*, *Gaeumonomycetes graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia cerealis* [20].

Разом з тим, наші дослідження демонструють, що, не зважаючи на широкий антимікробний спектр дії екстрактів із плодівих тіл чи склероціїв грибів, здатність протидіяти *Penicillium* sp. виражена не однаково у досліджених видів, що свідчить про важливість скринінгу культур на предмет їх стійкості відносно мікроміцетів.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень виявлені різні варіанти конфронтаційних взаємодій у культурі між *Penicillium* sp. та штамами *Hericium coralloides* 2332, *H. coralloides* 2333, *Sparassis nemecii* 2327, *S. laminosa* 2211, *Polyporus umbellatus* 2510, *P. umbellatus* 2511, *Fomitopsis officinalis* 5004, *F. officinalis* 2498, *F. officinalis* 2497, *Flammulina velutipes* CU. Рівнозначні антагоністичні властивості встановлені між мікроміцетом та *P. umbellatus*, *S. nemecii*. Антагоністичні властивості мікроміцета переважають у бінарних композиціях *Penicillium* sp.–*H. coralloides*, *Penicillium* sp. – *F. velutipes*. Штамами, які видаються перспективними у плані подальшого дослідження їх фунгіцидних властивостей та/чи використання для культивування є *S. laminosa* 2211, *F. officinalis* 5004, *F. officinalis* 2498, *F. officinalis* 2497 антагоністичні властивості яких переважають при спільному культивуванні із мікроміцетом.

ПОДЯКИ

Автори висловлюють щирю подяку співробітникам відділу мікології Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України д.б.н., проф. Н.А. Бісько, к.б.н., с.н.с. М.Л. Ломберг, к.б.н., с.н.с. О.Б. Михайлові та д.б.н., проф. провідному науковому співробітнику Інституту еволюційної екології НАН України Сухомлин М.М. за надані для досліджень культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Морозов, А.И. *Большая грибная энциклопедия*. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. С 32, 33.
2. Vovk, M. Are the antibiotics added when growing mushrooms? 2020-onward. Available at: <https://labprice.ua/statti/chi-dodayut-antibiotiki-pri-viroshhuvanni-gribiv/> (Accessed 27 June 2022).
3. Bellettinia, M. B.; Fiordaa, F. A.; Maiveasa, H. A.; Teixeiraa, G. L.; Avilla, S.; Hornungaa, P. S.; Juniorb, A. M.; Ribania, R. H. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2019, 26, pp 633–646.
4. Бісько, Н. А.; Ломберг, М. Л.; Митропольська, Н. Ю.; Михайлова, О. Б. Колекція культур шапкових грибів (ІБК); Альтерпрес: Київ, 2016; с 37, 46.
5. Пасайлюк, М. В. Ксилотрофні агарикоміцети – антагоністи рідкісного гриба *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. (Hericaceae) в культурі. *Ukrainian Journal of Ecology* [Online] 2017, 7(3), pp 225–233. https://doi.org/10.15421/2017_72
6. Gea, F. J.; Navarro, M. J.; Santos, M.; Diáñez, F.; Carrasco, J. Control of Fungal Diseases in Mushroom Crops while Dealing with Fungicide Resistance: A Review. *Microorganisms*. 2021, 9, 585–608.
7. Adie, B.; Grogan, H.; Archer, S.; Mills, P. Temporal and spatial dispersal of *Cladobotryum* conidia in the controlled environment of a mushroom growing room. *Applied and Environmental Microbiology*. 2006, 72, pp 7212–7217.
8. Elkhateeb, W. A.; Daba, G. M.; Thomas, P. W.; Wen, T. C. Medicinal mushrooms as a new source of natural therapeutic bioactive compounds. *Egyptian Pharmaceutic Journal*. 2019, 18, pp 88–101.
9. Elkhateeb, W. A.; Daba, G. M.; Elmahdy, E. M.; Thomas, P. W.; Wen, T.-C.; Mohamed, N. S. Antiviral potential of mushrooms in the light of their biological active compounds. *ARC Journal of Pharmaceutical Sciences (AJPS)*. 2019, 5(2), pp 45–49.
10. Kozarski, M.; Klaus, A.; Niksic, M.; Jakovljevic, D.; Helsen, J. P.; Van Griensven, L. J. Antioxidative and immunomodulation activities of polysaccharide extracts of the medicinal mushrooms *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Ganoderma lucidum* and *Phellinus linteus*. *Food Chemistry*. 2011, 129, pp 1667–1675.
11. Minato, K. I.; Laan, L. C.; van Die, I.; Mizuno, M. *Pleurotus citrinopileatus* polysaccharide stimulates anti-inflammatory properties during monocyteto-macrophage differentiation. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019, 122, pp 705–712.
12. Ruan, W.; Popovich, D. G. *Ganoderma lucidum* triterpenoid extract induces apoptosis in human colon carcinoma cells (Caco-2). *Biomedicine and Preventive Nutrition*. 2012, 2(3), pp 203–209.
13. Pasailuk, M.V.; Sukhomlyn, M. M.; Fontana, N. M. Influence of rutin on fruiting of *Hericium coralloides*, *Polyporus umbellatus*, and *Flammulina velutipes*. *Mycologia*. 2022, 114, pp 467–475.
14. Girometta, C. Antimicrobial properties of *Fomitopsis officinalis* in the light of its bioactive metabolites: a review. *Mycology*, 2019, 10, pp 32–39.
15. Сухомлин, М. М. Скринінг грибів-антагоністів кореневої губки. *Науковий вісник Національного аграрного університету. Лісівництво* 2000, 27, с 296–299.
16. Keller, C.; Maillard, M.; Keller, J.; Hostettmann, K. Screening of European Fungi for Antibacterial, Antifungal, Larvicidal, Molluscicidal, Antioxidant and Free-Radical Scavenging Activities and Subsequent Isolation of Bioactive Compounds. *Pharmaceutical Biology*. 2002, 40(7), pp 518–525. <https://doi.org/10.1076/phbi.40.7.518.14680>
17. Kimura, T. Natural products and biological activity of the pharmacologically active cauliflower mushroom *Sparassis crispa*. *Biomed Research International*. 2013. pp 377–382.
18. Пасайлюк, М. В. Культивування *Sparassis laminosa* на рослинних субстратах. *Нотатки сучасної біології*. 2021, 1(1), с 9–14.
19. Zhang, G.; Zeng, X.; Li, C.; Li, J.; Huang, Y.; Han, L.; Wei, J. A.; Huang, H. Inhibition of urinary bladder carcinogenesis by aqueous extract of sclerotia of *Polyporus umbellatus* fries and polyporus polysaccharide. *The American Journal of Chinese Medicine*. 2011, 39(1), pp 135–144.
20. Wang, Y.; Bao, L.; Yang, X.; Li, L.; Li, S.; Gao, H.; Yao, X. S.; Wen, H.; Liu, H. W. Bioactive sesquiterpenoids from the solid culture of the edible mushroom *Flammulina velutipes* growing on cooked rice. *Food Chemistry*. 2012, 132(3), pp 1346–1353.