



doi: 10.15407/ukrbotj74.01.016

Бактерицидні властивості деяких макроміцетів

Марія В. ПАСАЙЛЮК

Національний природний парк "Гуцульщина"
вул. Дружби, 84, м. Косів, Івано-Франківська обл. 78600, Україна
masha.pasajlyuk@yandex.ru

Pasaylyuk M.V. **Bactericidal properties of selected macrofungi.** Ukr. Bot. J., 2017, 74(1): 16–25.

Hutsulshchyna National Nature Park
84, Druzhby Str., Kosiv, Ivano-Frankivsk Region 78600, Ukraine

Abstract. Bactericidal activity of alcohol tinctures and water extracts of fruit bodies of mushroom species was investigated. It was established that bactericidal activity was species-specific and not dependent on trophic group, nutritional value, taxonomic position etc. The highest rates of growth inhibition of test cultures were demonstrated by extracts of *Boletus regius*, *Cantharellus cibarius*, *Catathelasma imperiale*, *Laetiporus sulphureus*, *Mycena leptocephala*, *Polyporus umbellatus*, *Russula rosea* and tinctures of *M. leptocephala*. Antibacterial properties of aqueous and alcoholic infusions of the same fungal species varied in their inhibitory effect; the water extract were largely more efficient.

Keywords: macrofungi, mushroom therapy, aqueous extract, alcohol tincture, trophic group

Вступ

Гриби є джерелом не тільки повноцінного білка, але й біологічно активних речовин (Aizenberg et al., 2008; Diakov et al., 2010; Ivanova et al., 2010; Babitskaya et al., 2012; Kudryavets, Lomberg, 2014; Kozarski et al., 2014; Suprun et al., 2014; Bisko et al., 2015). Впродовж останніх десятиріч вчені приділяють значну увагу природним органічним сполукам, оскільки вони не мають різноманітних побічних ефектів на організм (Marchenko et al., 2008). Набуває популярності фунгітерапія, тобто використання зібраних у природі плодових тіл грибів з метою лікування. Тому вивчення антимікробних властивостей макроміцетів є своєчасним і необхідним на даному етапі розвитку біотехнології та фармації (Dzyhun et al., 2011).

Крім вивчення фармацевтичних особливостей грибів, дослідження їхніх бактерицидних властивостей є необхідним для з'ясування питань відтворення їх у природі, що виникають при рекультивациї видів грибів, занесених до Червоної книги України (Chervona knyha..., 2009), на території національного природного парку (НПП) "Гуцульщина" (Petrichuk et al., 2014).

Мета роботи – провести скринінг макроміцетів різних еколого-трофічних груп для встановлення бактерицидних властивостей їхніх водних настоїв та спиртових настоянок. Як тест-культури використовували культури лабораторії екологічного моніторингу НПП "Гуцульщина": *Micrococcus luteus* ATCC 10240, *Escherichia coli* X-Blue, *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Ці бактерії є модельними для різних досліджень та при тестуванні, зокрема антибіотиків (<http://www.himedialabs.com/TD/Antibiotic%20HiVeg%20Assay%20Media.pdf>, <http://www.himedialabs.com/TD/MV418.pdf>). *Escherichia coli* є природним мешканцем товстого кишківника багатьох ссавців, в т. ч. і людини; *M. luteus* виділяють зі шкіри ссавців, ротової порожнини та дихальних шляхів (Woodward, Kell, 1991), тому культури цих бактерій є типовими при проведенні досліджень, спрямованих на встановлення бактерицидних властивостей біологічних рідин (Sadovnikov et al., 2009).

Матеріали та методи

Для порівняльного аналізу ми використали 20 видів грибів, неушкоджені молоді карпофори яких були зібрані впродовж червня–жовтня 2015 р. на території НПП "Гуцульщина". У екземплярів видів грибів, що занесені до Червоної книги України (Chervona knyha..., 2009), для аналізу вилучали

© М.В. ПАСАЙЛЮК, 2017

тільки фрагменти плодових тіл. В експерименті використані плодові тіла грибів, наведених у табл. 1.

Обліковою одиницею служив зразок із плодово-го тіла гриба, зібраного в природних умовах.

Макроміцети різних еколого-трофічних груп (мікоризоутворюючі, гумусові сапротрофи, ксилотрофи) (Zavodovskii, 2011) відбирали з неоднаковою консистенцією плодових тіл (тверді, м'ясисті) та різним впливом на організм людини за умови їх уживання (істинні, неістинні, отруйні) (Yansen, 2004).

Зразки ідентифікували, використовуючи вітчизняні й зарубіжні визначники, атласи (Zerova et al., 1972, 1979; Garnweidner, 1994; Hawksworth et al., 1995; Kibby, 2009; Chervona knyha..., 2009). Сучасні назви грибів узгоджено з номенклатурною базою даних Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>). Після ідентифікації зразки зібраних екземплярів висушували при температурі 38–45 °С для запобігання процесам ферментативного розкладу та псування.

Висушені впродовж двох діб при 38–45 °С пло-дові тіла макроміцетів подрібнювали до 0,3–0,5 мм і готували настої та настоянки з розрахунку 12 г сухої маси грибів на 1 л готового продукту. Для цього використовували дистильовану воду та 38%-ний етиловий спирт і настоювали протягом 1–2 тижнів у темному, прохолодному місці, щоденно перемішуючи. Отримані настої та настоянки відстоювали впродовж двох діб при температурі до 10 °С для одержання прозорої рідини з наступним фільтруванням декантацією та центрифугуванням при 1000 g.

Стандартизацію настоянок проводили за органолептичними ознаками (настоянки були прозорими, зберігали запах грибів, який мала вихідна сировина) та зберігали в добре закупорених склянках у місці, захищеному від прямих сонячних променів, за температури 15 °С (Kuka et al., 2014; Pasaylyuk, 2015).

Бактерії вирощували на м'ясо-пептонному агарі (МПА) у чашках Петрі за температури 37 °С.

Антибактеріальні властивості вивчали за диск-дифузійним методом на чашках із МПА. Аліквоту суспензій *E. coli*, *B. subtilis*, або *M. luteus* (5·10⁴ КУО/мл) об'ємом 0,1 мл засівали газоном на тверде поживне середовище. Зверху на газоні розміщували паперові диски діаметром 6 мм на відстані 25–30 мм один від одного і не менше, ніж 2 мм від краю чашки. Диски попередньо просочували

настоями або настоянками макроміцетів, дистильованою водою, 38%-ним етиловим спиртом та інкубували в термостаті за температури 30 °С. На 1-, 2-, 4-, 5-у добу вимірювали діаметр зони затримки росту тест-мікроорганізму навколо дисків. Досліди проводили у чотирьох повторностях. Дані обробляли статистично, використовуючи t-критерій Стьюдента.

Результати та обговорення

Результати досліджень показали стійку антимікробну активність гумусових сапротрофів до всіх тест-культур водних настоїв *Cantharellus cibarius* та *Polyporus umbellatus*, причому їхні спиртові настоянки не мали такого ефекту (табл. 2).

Найефективніші бактерицидні властивості серед досліджуваних гумусових сапротрофів характерні для водних настоїв і спиртових настоянок гриба *Mycena leptcephala*. Практично всі настої і настоянки (крім настоянок *Mutinus caninus* і *Russula rosea*) виявляли антибактеріальний ефект щодо *B. subtilis*.

Cantharellus cibarius здавна застосовуються у фунгітерапії, завдяки наявності у плодових тілах хітинманози – речовини, що блокує роботу нервової системи більшості глистів-паразитів людини (аскарид, волосоголовців, гостриків), розчиняє кутикулу члеників і яєць стьожкових черв'яків, а тому активно застосовується з метою дегельмінтації (Dugler et al., 2014; Kuka et al., 2014). Найкраще зберігається хітинманоза в 35–38%-них спиртових настоянках. Крім хітинманози, позитивні для людини властивості виявляє траметонолінова кислота (згубно діє на вірус гепатиту) та ергостерол (активує ферменти печінки, запобігаючи її жировому переродженню) (Kuka et al., 2014).

Усі перелічені речовини добре розчиняються у спирті, однак їхня антибактеріальна активність незначна. Так, бактерицидний ефект спиртова настоянка *C. cibarius* виявила лише до культури *B. subtilis* і нетривалий (1 доба) – до культури *M. luteus*. Відносно грамнегативної бактерії (*E. coli* в наших дослідженнях) жодного ефекту не спостерігалось. Це можна пояснити тим, що зовнішня мембрана грамнегативних бактерій не пропускає молекули з великою молекулярною масою, що можна розглядати як фактор неспецифічної резистентності бактерій стосовно деяких антимікробних препаратів (Grytsay, Varbanets, 2011).

Таблиця 1. Характеристика відібраних для експерименту макроміцетів

Table 1. Characteristics of selected for the experiment macrofungi

Порядок	Вид	Екологічна група	Консистенція плодового тіла	Харчові якості	Властивості	Відомі біологічно активні речовини*	Література
Agaricales	<i>Amanita rubescens</i> Pers.	M	м'ясиста	уї	антиоксидантні, антимікробні	кислоти: галова, бензойна, фумарова, лимонна	Kouassi et al., 2016; Kosani, 2013
	<i>Catathelasma imperiale</i> (Quél.) Singer	M	м'ясиста	ї	антиоксидантні, цитотоксичні	ароматичні речовини; стероли	Moliszewska, 2014; Yang et al., 2003
	<i>Mycena leptcephala</i> (Pers.) Gillet	C	м'ясиста	нї	протигрибкові	поліацетилени, терпеноїди, метоксиакрилати	Vahidi et al., 2004
Boletales	<i>Boletus edulis</i> Bull.	M	м'ясиста	ї	протипухлинні, імуномодуляторні протигрибкові, антибактеріальні; превентивні щодо гіпертонії, гіперхолестеринемії, атеросклерозу, раку	полісахариди; фенольні компоненти: галова кислота, катехін, кавова кислота, епікатехін, рутин, β-каротин, лікопін	Wang et al., 2014; Kuka, Cakste, 2011
	<i>Boletus regius</i> Krombh.	M	м'ясиста	ї	антиоксидантні	кислоти: бензолова, корична, лимонна; токофероли	Leala, 2013
	<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray	M	м'ясиста	ї	антиоксидантні, афродизіак	всі незамінні для людей амінокислоти; вітаміни B ₁ , C, D, E, PP, макро- і мікроелементи (зокрема Zn)	Hall, 2003; Falandysz, 2007
	<i>Strobilomyces strobilaceus</i> (Scop.) Berk.	M	м'ясиста	ї	протиалергійні, кровоспинні (після хірургічних втручань)	інгібітори протеаз	Strugała et al., 2011
Cantharellales	<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	C	м'ясиста	ї	антигельмінтні, антиоксидантні, антиканцерогенні, гепатопротекторні	хітинманоза; траметонолінова кислота; вітамін P, сесквітерпенові лактони	Dugler et al., 2014; Kuka et al., 2014; Pasaylyuk, 2015
Phallales	<i>Anthurus archeri</i> (Berk.) E. Fisch.	C	м'ясиста	нї	антиоксидантні	каротиноїди; мікроелементи (K, Ca, Mg); олігосольфіди, фенол, індол, п-крезол	Czygan, Grunsfelder, 1975; Stijve, 1997; Johnson, Jürgens, 2010
	<i>Mutinus caninus</i> (Huds.) Fr.	C	м'ясиста	нї	антиоксидантні	вітаміни	Dutta et al., 2012

Порядок	Вид	Екологічна група	Консистенція плодового тіла	Харчові якості	Властивості	Відомі біологічно активні речовини*	Література
<i>Polyporales</i>	<i>Antrodia ramentacea</i> (Berk. & Broome) Donk	<i>K</i>	тверда	ні	–	–	–
	<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	<i>K</i>	тверда	ні	протипухлинні, кровоспинні	екзополісахариди; β-глюкани, гетерополісахариди, пептоглокани	Chen et al., 2008; Patel, Goyal, 2012; Poedinok, 2015; Solomko, 2011
	<i>Grifola frondosa</i> (Dicks.) Gray	<i>K</i>	м'ясиста	ї	протипухлинні, антиоксидантні	біологічно активна Gf-1-фракція та D-фракція; грифолани, сульфатовані полісахариди (S-GAP-P)	Giovannini, 2006; Patel, Goyal, 2012; Wasser, 2002
	<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	<i>K</i>	тверда	ї	антиоксидантні, ліпофільні (розщеплення жирів)	пектинові речовини, полісахариди; поліненасичені жирні кислоти, α-, γ- і δ-токоферолі	Dzyhun et al., 2011; Bashirova et al., 2014
	<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) P. Karst.	<i>K</i>	тверда	ні	антиоксидантні, антимікробні	тритерпени; бетуліни (інгібітори ПОЛ)	Alresly et al., 2016; Zjawiony, 2004
	<i>Polyporus umbellatus</i> (Pers.) Fr.	<i>C</i>	м'ясиста	ї	лікування нирок, цитотоксична активність, антилейкемічні властивості	вітаміни, мікроелементи, ергостерол, полісахариди, екдистерони (аналоги поліпорустерону A-G)	Zhang et al., 2011; Zjawiony, 2004
<i>Russulales</i>	<i>Hericium alpestre</i> Pers.	<i>K</i>	м'ясиста	ї	–	–	–
	<i>Hericium coralloides</i> (Scop.) Pers.	<i>K</i>	м'ясиста	ї	протипухлинні, антиоксидантні, нематоцидні, при лікуванні хвороби Альцгеймера	полісахариди; ерінацин E, ліноленова, олеїнова, пальмітинова кислоти	Wang, 2001
	<i>Russula rosea</i> Pers.	<i>M</i>	м'ясиста	уї	роль месенджерів, використовують як аглютиніни	лектини	Ivanova et al., 2010
	<i>Russula turci</i> Bres.	<i>M</i>	м'ясиста	ї			

C – гумусові сапротрофи, *K* – ксилотрофи, *M* – мікоризоутворюючі гриби; *ї* – їстівні, *ні* – неїстівні, *уї* – умовно їстівні, *отр* – отруйні;

* не вказані хітин та меланін, які є типовими компонентами клітинної оболонки грибів та виявляють біологічну активність.

Таблиця 2. Бактерицидна активність водних настоїв і спиртових настоянок макроміцетів щодо тест-культур, $n = 4$, $M \pm m$, $P \leq 0,05$ Table 2. Bactericidal activity of aqueous extracts and alcohol tinctures of macrofungi against test cultures, $n = 4$, $M \pm m$, $P \leq 0.05$

Трофічна приналежність	Екстрагент	Вид	Тест-культура								
			<i>Escherichia coli</i> X-Blue			<i>Micrococcus luteus</i> ATCC 10240			<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6683		
			Доба експерименту								
			1	2	4	1	2	4	1	2	5
			Зона затримки росту, мм								
гумусові сапротрофи	вода	<i>Cantharellus cibarius</i>	1±0,2	1±0,1	0	5±1,2	5±1,2	5±1,1	3±1,1	3±1,2	3±1,1
	спирт	<i>C. cibarius</i>	0	0	0	5±1,2	0	0	2±0,2	2±0,2	*
	вода	<i>Mycena leptcephala</i>	8±1,8	0	0	5±1,2	5±1,2	5±1,1	2±0,2	2±0,2	2±0,2
	спирт	<i>M. leptcephala</i>	2±0,3	1±0,1	0	8±0,4	8±1,3	8±1,1	2±0,2	2±0,2	2±0,2
	вода	<i>Polyporus umbellatus</i>	2±0,2	2±0,2	0	6±1,3	6±1,2	6±1,1	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	спирт	<i>P. umbellatus</i>	1±0,2	1±0,1	0	0	0	0	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	вода	<i>Mutinus caninus</i>	2±0,1	2±0,3	2±0,1	0	0	0	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	спирт	<i>M. caninus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	вода	<i>Anthurus archeri</i>	0	0	0	0	0	0	3±0,4	3±0,2	3±0,2
спирт	<i>A. archeri</i>	0	0	0	0	0	0	2±0,2	1±0,1	*	
мікоризоутворюючі гриби	вода	<i>Boletus edulis</i>	1±0,1	1±0,1	1±0,1	1±0,1	1±0,2	1±0,2	2±0,2	2±0,1	2±0,2
	спирт	<i>B. edulis</i>	1±0,1	0	0	0	0	0	1±0,1	1±0,2	*
	вода	<i>Catathelasma imperiale</i>	2±0,3	1±0,1	*	6±1,3	6±1,2	6±1,1	3±0,4	3±0,2	3±0,2
	спирт	<i>C. imperiale</i>	1±0,2	0	0	1±0,1	1±0,1	0	2±0,2	2±0,1	1±0,1
	вода	<i>Leccinum scabrum</i>	3±0,4	3±0,2	*	3±0,3	3±0,3	*	1±0,1	1±0,2	1±0,1
	спирт	<i>L. scabrum</i>	0	0	0	3±0,2	3±0,2	3±0,2	2±0,2	2±0,2	2±0,2
	вода	<i>Amanita rubescens</i>	0	0	*	0	0	0	3±0,4	3±0,4	3±0,3
	спирт	<i>A. rubescens</i>	1±0,1	0	0	2±0,1	2±0,2	2±0,3	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	вода	<i>Russula rosea</i>	4±1,1	4±1,1	4 ±1,1	5±1,1	5±1,1	5±1,1	1±0,1	1±0,1	1±0,2
	спирт	<i>R. rosea</i>	3±0,4	3±0,3	3 ±0,2	3±0,3	3±0,1	3±0,3	0	0	*
	вода	<i>R. turci</i>	0	0	0	0	0	0	1±0,1	1±0,1	*
	спирт	<i>R. turci</i>	1±0,1	0	0	1±0,1	1±0,1	0	3±0,4	3±0,3	3±0,2
	вода	<i>Boletus regius</i>	4±1,2	4±1,1	4±1,3	0	0	0	3±0,4	3±0,3	3±0,3
	спирт	<i>B. regius</i>	1±0,2	1±0,1	0	1±0,1	1±0,1	0	3±0,3	3±0,2	3±0,2
вода	<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	3±0,4	0	0	3±0,4	3±0,2	0	2±0,2	1±0,1	*	
спирт	<i>S. strobilaceus</i>	2±0,2	0	0	1±0,1	1±0,1	0	2±0,1	2±0,2	*	

Трофічна приналежність	Екстрагент	Вид	Тест-культура								
			<i>Escherichia coli</i> X-Blue			<i>Micrococcus luteus</i> ATCC 10240			<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6683		
			Доба експерименту								
			1	2	4	1	2	4	1	2	5
			Зона затримки росту, мм								
ксилотрофи	вода	<i>Hericum coralloides</i>	1±0,1	0	0	1±0,2	1±0,1	1±0,2	3±0,2	3±0,3	3±0,1
	спирт	<i>H. coralloides</i>	0	0	0	0	0	0	3±0,2	3±0,4	*
	вода	<i>Grifola frondosa</i>	0	0	0	3±0,2	2±0,2	*	2±0,1	1±0,1	*
	спирт	<i>G. frondosa</i>	2±0,2	0	0	3±0,3	2±0,3	1±0,2	1±0,1	1±0,1	*
	вода	<i>Laetiporus sulphureus</i>	1±0,1	1±0,1	*	5±1,1	5±1,1	5±1,1	5±1,1	5±1,1	5±1,1
	спирт	<i>L. sulphureus</i>	1±0,1	1±0,1	*	0	0	0	3±0,3	3±0,4	3±0,2
	вода	<i>Piptoporus betulinus</i>	4±1,0	4±1,1	*	0	0	0	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	спирт	<i>P. betulinus</i>	0	0	0	0	0	0	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	вода	<i>Fomes fomentarius</i>	3±0,4	3±0,2	0	2±0,1	2±0,2	2±0,3	1±0,1	1±0,1	1±0,1
	спирт	<i>F. fomentarius</i>	1±0,2	0	0	1±0,1	1±0,1	0	3±0,4	3±0,3	3±0,3
	вода	<i>Hericum alpestre</i>	1±0,1	1±0,1	0	0	0	0	2±0,2	2±0,2	2±0,3
	спирт	<i>H. alpestre</i>	1±0,1	0	0	0	0	0	3±0,2	*	*
	вода	<i>Antrodia ramantaceae</i>	0	0	0	1±0,1	1±0,1	1±0,1	2±0,1	2±0,1	2±0,3
	спирт	<i>A. ramantaceae</i>	1±0,1	0	0	0	0	0	2±0,1	2±0,2	*
Контроль	вода		0	0	*	0	0	*	0	0	*
	спирт		0	0	*	0	0	*	0	0	*

* стимуляція росту.

І навпаки, водні екстракти *C. cibarius* активні відносно всіх тест-культур. З водорозчинних у *C. cibarius* наявні вітамін Р, сесквітерпенові лактони та інші антибіотичні речовини (Pasaylyuk, 2015), завдяки яким *C. cibarius* затримують ріст туберкульозної палички (Dugler et al., 2014), і, можливо, ріст тест-культур (табл. 2).

У народній медицині здавна відомі лікарські властивості *Polyporus umbellatus* (табл. 1). Ми встановили антимікробний ефект водних настоїв цього гриба щодо усіх тест-культур (табл. 2), спиртових настоянок — до *E. coli* та *B. subtilis* (але не *M. luteus*). Таким чином, прослідковується вибірковість дії настоянок і настоїв *P. umbellatus* щодо тест-культур.

Бактерицидна активність інших гумусових сапротрофів була незначною, або відсутньою. Можливо, це пов'язано як із низькою концентрацією діючих речовин у готових настоянках/настоях, так і з відсутністю антимікробних властивостей у відібраних плодових тілах.

Дослідження властивостей водних настоїв і спиртових настоянок мікоризоутворюючих макроміцетів дали змогу встановити, що найбільш активними у антимікробному відношенні були водні настої *Boletus edulis*, *B. regius*, *Catathelasma imperiale*, *Leccinum scabrum*, *Russula rosea* тощо (табл. 2).

Таким чином, у плодових тілах цих їстівних мікоризоутворюючих грибів є речовини, здатні пригнічувати ріст умовно патогенних мікроорганізмів.

Внаслідок проведеного нами аналізу антимікробних властивостей макроміцетів виявлено відмінності в бактерицидному ефекті різних видів грибів одного роду. Так, *B. edulis* виявляв відносно слабкі протимікробні властивості щодо всіх тест-культур, тоді як діаметр затримки росту за дії водних настоїв *B. regius* перевищував на 1–3 мм такі *B. edulis*, хоча настої були ефективними лише стосовно бацил. Теж саме спостерігається і для представників роду *Russula* Pers. Для водних настоїв *R. rosea* встановлений бактерицидний ефект, тоді як настої *R. turci* — неефективні стосовно досліджуваних мікроорганізмів (табл. 2). Таким чином, наявність антибактеріального ефекту — властивість видоспецифічна, і не є загальною рисою навіть у межах одного роду.

Проте, вплив біологічно активних речовин макроміцетів, що вже використовуються у фунгітерапії й по-різному впливають на експериментальні моделі, не завжди може бути антимікробним (Ivanova et al., 2010).

Неочікуваним є той факт, що між спиртовими настоянками та водними настоями макроміцетів ми спостерігали значну різницю у їхніх антибактеріальних проявах, причому ефективнішими були водні настої. Однак, якщо провести аналогію із рослинним світом та існуючими нині антибіотиками, діаметри затримки росту тест-культур із використаних в експерименті настоїв і настоянок макроміцетів є незначними (максимально 8 мм проти 21–28 мм при тестуванні антибіотиків (<http://www.bioxim.com.ua/chemical/disk1.htm>)).

Досліджуючи бактерицидну активність водних настоїв та спиртових настоянок грибів-ксилотрофів, можна відмітити, що в межах цієї еколого-трофічної групи різниця у протидії росту тест-культур простежується для грибів з різною консистенцією плодових тіл: для тих, що характеризуються твердими плодовими тілами, бактерицидна активність настоїв дещо вища (*F. fomentarius*, *L. sulphureus*, *P. betulinus*), ніж для тих, що мають м'ясисті плодові тіла (*G. frondosa*, *H. alpestre*, *H. coralloides*) (табл. 2).

Серед досліджуваних ксилотрофів найбільш перспективним з огляду на антибіотикотерапію виявився *Laetiporus sulphureus*. Як відомо, плодові тіла саме цього гриба застосовують для підвищення неспецифічної резистентності організму як протипухлинний, радіопротекторний та противірусний засіб (Dzyhun et al., 2011).

Висновки

На основі наших досліджень встановлено, що бактерицидні властивості водних настоїв і спиртових настоянок макроміцетів *Amanita rubescens*, *Anthurus archeri*, *Antrodia ramantaceae*, *Boletus edulis*, *B. regius*, *Cantharellus cibarius*, *Catathelasma imperiale*, *Fomes fomentarius*, *Grifola frondosa*, *Hericium alpestre*, *H. coralloides*, *Laetiporus sulphureus*, *Leccinum scabrum*, *Mutinus caninus*, *Mycena leptocephala*, *Piptoporus betulinus*, *Polyporus umbellatus*, *Russula rosea*, *R. turci*, *Strobilomyces strobilaceus* є видоспецифічними і не залежать від трофічної приналежності грибів, їхньої харчової цінності, таксономічного положення тощо.

Найвищі показники затримки росту тест-культур продемонстрували настої *Boletus regius*, *Cantharellus cibarius*, *Catathelasma imperiale*, *Laetiporus sulphureus*, *Mycena leptocephala*, *Polyporus umbellatus*, *Russula rosea* та настоянка *Mycena leptocephala*.

Бактерицидні властивості водних настоїв і спиртових настоянок грибів одного виду відрізнялися за інгібуючим ефектом, причому, вищі показники характерні для водних настоїв. Виявлено, що грибам, які вже традиційно застосовуються у фунгітерапії, властивий бактерицидний ефект щодо тест-культур.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Alresly Z., Lindequist U., Lalk M., Porzel A., Arnold N., Wessjohann L.A. Bioactive triterpenes from the fungus *Piptoporus betulinus*. *Rec. Nat. Prod.*, 2016, 10(1): 103–108.
- Ayzenberg V.L., Borisenko A.V., Zakharchenko V.A., Kurchenko I.N., Kapichon A.P., Burbani A.F., Konovalova V.V. In: *Sovremennaya mikologiya v Rossii: mat. 2-go Sezda mikologov Rossii (Modern Mycology in Russia. Proceedings of the 2nd Congr. of the Russian mycologists)*, Moscow: Nats. akad. mykol., 2008, vol. 2, 321 pp. [Айзенберг В.Л., Борисенко А.В., Захарченко В.Л., Курченко И.Н., Капичон А.П., Бурбан А.Ф., Коновалова В.В. Отбор липолитически активных культур микромицетов с новыми свойствами / Современная микология в России: мат. 2-го Съезда микологов России, М.: Нац. акад. микол., 2008, т. 2, 321 с.]
- Babitskaya V.G., Shcherba V.V., Puchkova T.A., Bisko N.A. In: *Biologicheskie osobennosti lekarstvennykh makromitsvetov v kulture: Sb. nauch. trudov*. Ed. S.P. Wasser, Kiev: Altpress, 2012, vol. 2, pp. 76–344. [Бабицкая В.Г., Щерба В.В., Пучкова Т.А., Бисько Н.А. Биологические активные соединения съедобных и лекарственных грибов / Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сб. науч. тр. Ред. С.П. Вассер, Киев: Альтпресс, 2012, т. 2, с. 76–344].
- Bashirova R.M., Shpirnaya I.A., Galkin E.G., Ibragimov R.I., Tsvetkov V.O. *Vestnik Bashkirskogo un-ta*, 2014, 19(4): 1219–1222. [Баширова Р.М., Шпирная И.А., Галкин Е.Г., Ибрагимов Р.И., Цветков В.О. Липофильные биологически активные вещества трутовика *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Вестн. Башкир. ун-та*, 2014, 19(4): 1219–1222].
- Bisko N.A., Lomberg M.L., Mikhailova O.B., Mitropolskaya N.Yu. In: *Sovremennaya mykologiya v Rossii: materialy III Mezhdunar. Mikol. foruma*, Moscow: Nats. Akad. Mikol., 2015, vol. 4, pp. 101–103. [Бисько Н.А., Ломберг М.Л., Михайлова О.Б., Митропольская Н.Ю. Коллекция культур шляпочных грибов (ИБК) / Современная микология в России: мат. III Междунар. микол. форума (Москва, 14–15 апреля 2015 г.), М.: Нац. акад. микол., 2015, т. 4, с. 101–103].
- Chen W., Zhao Z., Chen S.-F., Li Y.-Q. Optimization for the production of exopolysaccharide from *Fomes fomentarius* in submerged culture and its antitumor effect in vitro. *Bioresour. Technol.*, 2008, 99: 3187–3194.
- Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit (Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom)*. Ed. Ya.P. Didukh, Kyiv: Globalkonsalting, 2009, 912 pp. [Червона книга України. Рослинний світ. Ред. Я.П. Дідух, Київ: Глобалконсалтинг, 2009, 912 с.]

- Czygan F.C., Grunsfelder M. Carotenoids of the porterlincoln-series in *Anthurus archeri*. *Z. Naturforsch.*, 1975, 30: 297.
- Diakov M.Yu., Kamzolkina O.V., Shtaer O.V., Bisko N.A., Poedinok N.L., Mikhailova O.B. *Immunopatol., allergol., infektol.*, 2010, 1: 248. [Дьяков М.Ю., Камзолкина О.В., Штаер О.В., Бисько Н.А., Поединок Н.Л., Михайлова О.Б. Описание морфологических и антимикробных свойств у представителей некоторых видов базидиомицетов, выделенных из природной среды. *Иммунопатол., аллергол., инфектол.*, 2010, 1: 248].
- Diakov M.Yu., Kamzolkina O.V., Shtaer O.V., Bisko N.A., Poedinok N.L., Mikhailova O.B. *Mikol. i fitopatol.*, 2010, 44(3): 225–239. [Дьяков М.Ю., Камзолкина О.В., Штаер О.В., Бисько Н.А., Поединок Н.Л., Михайлова О.Б. Морфологические признаки природных штаммов некоторых видов базидиомицетов и биологический анализ антимикробной активности в условиях глубинного культивирования. *Микол. и фитопатол.*, 2010, 44(3): 225–239].
- Dugler B., Gonus A., Gucin F. Antimicrobial activity of the macrofungus *Cantharellus cibarius*. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 2014, 7(9): 1535–1539.
- Dutta A.K., Chakraborty N., Pradhan P., Acharya K. *Phallales of West Bengal, India. II. Phallaceae: Phallus and Mutinus. Researcher*, 2012, 4(8): 21–25.
- Dzyhun L.P., Kudrinetska A.B., Duhan O.M. *Visnyk Natsionalnoho un-tu Lvivska politekhnika*, 2011, 70: 156–160. [Дзигун Л.П., Кудринська А.В., Дуган О.М. Антимікробні властивості ксилотрофного базидіомицету *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill. *Вісн. нац. ун-ту "Львівська політехніка"*, 2011, 70: 156–160].
- Dzyhun L.P. *Naukovi visti NTUU KPI*, 2011, 3: 40–49. [Дзигун Л.П. Лікарський ксилотрофний базидіомицет *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill – перспективний об'єкт біотехнології. *Наук. вісн. НТУУ "КПІ"*, 2011, 3: 40–49].
- Falandysz J., Kunito T., Kubota R. Selected elements in Brown Birch Scaber Stalk *Leccinum scabrum*. *J. Environ. Sci. and Health.*, Pt A, 2007, 42: 2081–2088.
- Garnweidner E. *Mushrooms and Toadstools of Britain and Europe*, London: Harper Collins Publ., 1994, 255 pp.
- Giovannini I.S. *Cultivated basidiomycetes as a source of new products: In vitro cultivation development, – selection of strains resistant to Trichoderma viride, – search for new active compounds, – factors influencing plasticity in Grifola frondosa*: Thèse présentée ... Université de Neuchâtel, 2006, 210 pp.
- Grytsay R.V., Varbanets L.D. *Biotekhnolohiya*, 2011, 4(1): 41–59. [Грицай Р.В., Варбанець Л.Д. Ліпополісахариди грамнегативних бактерій: структурні особливості, біосинтез, застосування в біотехнології. *Біотехнологія*, 2011, 4(1): 41–59].
- Hall I.R., Stephenson S., Buchanan P., Wang Y., Cole A.L. *Edible and Poisonous Mushrooms of the World*, Portland: Timber Press, 2003, 371 pp.
- Hawksworth D.L. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*, 8th ed. Oxon, Wallingford: CAB International, 1995, 616 pp.

- Ivanova T.S., Bisko N.A., Barshtein V.Yu., Krupoderova T.A. *Problemy kharchuvannya*, 2010, 1–2: 42–47. [Иванова Т.С., Бисько Н.А., Барштейн В.Ю., Круподьорова Т.А. Биологично активні речовини грибів відділу *Basidiomycota*. *Пробл. харчування*, 2010, 1–2: 42–47].
- Johnson S.D., Jürgens A. Convergent evolution of carrion and faecal scent mimicry in fly-pollinated angiosperm flowers and a stinkhorn fungus. *South Afr. J. Bot.*, 2010, 76(4): 796–807.
- Kibby G. *Atlas gribov: Opredelitel vidov*, St. Petersburg: Amphora, 2009, 269 pp. [Кибби Дж. *Атлас грибов: Определитель видов*, СПб.: Амфора, 2009, 269 с.].
- Kosani M., Rankovic B.M., Dasic M. Antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms. *Bulg. J. Agricult. Sci.*, 2013, 19(5): 1040–1046.
- Kouassi K.A., Kouadio E.J., Hubert K.K., Edmond D.A., Patrice K.L. Phenolic compounds, organic acid and antioxidant activity of *Lactarius subsericatus*, *Cantharellus platyphyllus* and *Amanita rubescens*, three edible ectomycorrhizal mushrooms from center of Côte d'Ivoire Eurasian. *J. Anal. Chem.*, 2016, 11(3): 127–139.
- Kozarski M.S., Klaus A.S., Nikšić M.P., Griensven L.J., Vrvic M.M., Jakovljević D.M. Polysaccharides of higher fungi: biological role, structure and antioxidative activity. *Hem. Ind.*, 2014, 68(3): 305–320.
- Kudryavets Ye., Lomberg M. In: *Naukovi zdobutky molodi – vyirishennyu problem kharchuvannya lyudstva u XXI stolitti: prohrama i materialy 80 mizhnar. nauk. konf. molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv*, Kyiv: NUKhT, 2014, part 1, pp. 620–622. [Кудрявещь Е., Ломберг М. Антимікробна активність вищих базидіальних грибів / Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: програма і матеріали 80 міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів (Київ, 10–11 квітня 2014 р.), Київ: НУХТ, 2014, ч. 1, с. 620–622].
- Kuka M., Cakste I., Galoburda R., Sabovics M. Chemical Composition of Latvian Wild Mushroom *Cantharellus cibarius*. In: *Proceed. of the 9th Baltic Conf. on Food Science and Technology, FOODBALT 2014*, Jelgata, Latvia, pp. 248–252.
- Kuka M., Cakste I. Bioactive compounds in Latvian wild edible mushroom *Boletus edulis*. In: *Proceed. of the 6th Baltic Conf. on Food Science and Technology, FOODBALT 2011*, Jelgata, Latvia, pp. 116–120.
- Leala A.R., Barrosa L., Barreira J., Martins A., Ferreira I. Antioxidant and bioactive compounds of two wild edible mushrooms from Northeast of Portugal: *Boletus porosporus* and *Boletus regius*. In: *1st Symp. on Medicinal Chemistry of University of Minho*, Braga Campus de Gualtar, 2013, p. 5.
- Marchenko M.M., Shmarakov I.A., Pasaylyuk M.V. *Voprosy pitaniya*, 2008, 77(6): 4–8. [Марченко М.М., Шмарак І.А., Пасайлюк М.В. Зависимость противоопухолевой резистентности крыс от обеспеченности их витамином А. *Вопр. питания*, 2008, 77(3): 4–8].
- Moliszewska E. Mushroom flavor. *Folia Biologica et Oecologica*, 2014, 10: 80–88.
- Pasaylyuk M.V. Biologichno aktyvni rehovyny hrybiv. In: *Litopys pryrody*. Ed. Yu.P. Stefurak, Kosiv, 2015, vol. 12, pp. 200–212. [Пасайлюк М.В. Біологічно активні речовини грибів / *Літопис природи*. Відп. ред. Ю.П. Стефурак, Косів, 2015, т. 12, с. 200–212].
- Patel S., Goyal A. Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. *3Biotech*, 2012, 2: 1–15.
- Poedinok N.L. *Biotehnologicheskie osnovy intensyfikatsii kultivirovaniya sedobnykh i lekarstvennykh makromitsetov s pomoshchyu sveta nizkoy intensivnosti*: Dr. Sci. Diss. Abstract, Kiev, 38 pp. [Поєдинок Н.Л. *Биотехнологические основы интенсификации культивирования съедобных и лекарственных макромицетов с помощью света низкой интенсивности*: автореф. дис. ... д-ра биол. наук, Киев, 2015, 38 с.].
- Petrychuk Yu.V., Pasaylyuk M.V., Sukhomlyn M.M. In: *Roslynniy svit u Chervoniy knyzi Ukrainy: vprovadzheniya Hlobalnoi stratehii zberezhennya roslin: mat. III Mizhnar. nauk. konf.*, Lviv, 2014, pp. 231–234. [Петричук Ю.В., Пасайлюк М.В., Сухомлин М.М. Збереження рідкісних видів грибів. Технологія *re situ* / Рослинний світ у Червоній книзі України: впровадження Глобальної стратегії збереження рослин: мат. III Міжнарод. наук. конф. (Львів, 4–7 червня 2014 р.), Львів, 2014, с. 231–234].
- Sadovnikov N.V., Pridybaylo N.D., Vereshchak N.A., Zaslono A.S. *Obschie i spetsialnye metody issledovaniya krovi ptits promyshlennykh krossov*, Ekaterinburg; St. Petersburg: Uralskaya GSKhA, NPP AVIVAK, 2009, 85 pp. [Садовников Н.В., Придыбайло Н.Д.; Верещак Н.А., Заслонов А.С. *Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов*, Екатеринбург; СПб.: Урал. ГСХА, НПП АВИВАК, 2009, 85 с.].
- Solomko E.F. Pishchevaya tsennost i lekarstvennye svoystva kultiviruemykh bazidialnykh makromitsetov. In: *Biologicheskie osobennosti lekarstvennykh makromitsetov v culture: Sbornik nauch. trudov (Biological features of medicinal macromycetes in the culture: Digest of scientific works in two volumes)*. Ed. S.P. Wasser, Kiev: Alterpress, 2011, vol. 1, pp. 5–82. [Соломко Э.Ф. Пищевая ценность и лекарственные свойства культивируемых базидиальных макромицетов / *Биологические особенности лекарственных макромицетов в культуре: Сб. науч. трудов*. Под ред. С.П. Вассера, Киев: Альтерпресс, 2011, т. 1, с. 5–82].
- Stijve T. Close encounters with *Clathrus ruber*, the latticed stinkhorn. *Austral. Mycol. Newsletter*, 1997, 16: 11–15.
- Strugała P., Bieniek K., Sobczyk K., Rutkowska-Nowacka P., Grzywnowicz K. Can you become an allergy-man during a mushrooming? In: *Youth and Progress of Biology: Abstracts of the VII Int. sci. conf. of students and postgraduate students (Молодь і поступ біології: зб. тез VII Міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів (Львів, 5–8 квітня 2011 р.))*, Lviv, 2011, p. 412. .
- Suprun S.M., Donchenko H.V., Parhomenko Yu.M., Kharkevich E.S., Kurchenko I.N., Aretinskaya T.B., Stepanenko S.P., Kravchenko O.A. *Faktyory eksperymentalnoi evolyutsii orhanizmv*, 2014, 15: 242–246. [Супрун С.М., Донченко Г.В., Пархоменко Ю.М., Харкевич Е.С., Курченко І.Н., Аретинська Т.Б., Степаненко С.П.,

- Кравченко О.А. Лечебно-профилактические свойства цинк-содержащей витаминно-протеиновой добавки. *Факторы эксперим. эвол. организмов*, 2014, 15: 242–246].
- Vahidi H., Kobarfard F., Namjoyan F. Effect of cultivation conditions on growth and antifungal activity of *Mycena leptocephala*. *Afr. J. Biotech.*, 2004, 3(11): 606–609.
- Wang D., Sun S.Q., Wu W.Z., Yang S.L., Tan J.M. Characterization of a water-soluble polysaccharide from *Boletus edulis* and its antitumor and immunomodulatory activities on renal cancer in mice. *Carbohydrate Polymers*, 2014, 105(25): 127–134.
- Wang J.C., Hu S.H., Su C.H., Lee T.M. Antitumor and immunogen handing activities of polysaccharide from culture broth of *Hericium* spp. Kaohsiung. *J. Med. Sci.*, 2001, 17: 461.
- Wasser S.P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2002, 60: 258–274.
- Woodward A., Kell D. On the relationship between the non-linear dielectric properties and respiratory activity of the obligately aerobic bacterium *Micrococcus luteus*. *Bioelectrochem. and Bioenerget.*, 1991, 26: 423–439.
- Yang S.P., Xu J., Yue J.M. Sterols from the fungus *Catathelasma imperiale*. *Chinese J. Chem.*, 2003, 21(10): 1390–1394.
- Yansen P. *Vse o gribakh*, SZKEO: Kristall, 2004, 161 pp. [Янсен П. *Все о грибах*, СЗКЭО: Кристалл, 2004, 161 с.].
- Zavodovskiy P.G. *Afilloforoidnye griby Vodlozerya*, Petrozavodsk: Petrozavod. gos. un-t, 2011, 68 pp. [Заводовский П.Г. *Афиллофоридные грибы Водлозерья*, Петрозаводск: Петрозавод. гос. ун-т, 2011, 68 с.].
- Zerova M.Ya., Radzievskiy G.G., Shevchenko S.V. *Vyznachnyk hrybiv Ukrainy. Bazydiomitsety. Knyha 1. Ekzobazydialni, Afilloforalni, Kantarelalni (Handbook of the Fungi of Ukraine. Basidiomycetes. Book 1. Exobasidiales, Aphyllophorales, Cantharellales)*, Kyiv: Naukova Dumka, 1972, vol. 5, 240 pp. [Зерова М.Я., Радзівський Г.Г., Шевченко С.В. *Визначник грибів України. Базидіоміцети. Кн. 1. Екзобазидіальні, Афілофоральні, Кантарелальні*, Київ: Наук. думка, 1972, т. 5, 240 с.].
- Zerova M.Ya., Sosin P.Ye., Rozhenko G.L. *Vyznachnyk hrybiv Ukrainy. Bazydiomitsety. Knyha 2. Boletalni, strobilomitsetalni, trikholomatalni, entolomatalni, rusulalni, agarikalni, gasteromitsety (Handbook of the Fungi of Ukraine. Basidiomycetes. Book 2. Boletales, Strobilomycetales, Tricholomatales, Entolomatales, Russulales, Agaricales, Gasteromycetes)*, Kyiv: Naukova Dumka, 1979, 565 pp. [Зерова М.Я., Сосін П.Є., Роженко Г.Л. *Визначник грибів України. Базидіоміцети. Кн. 2. Болетальні, стробіломіцетальні, трихоломатальні, ентоломатальні, русуляльні, агарикальні, гастероміцети*, Київ: Наук. думка, 1979, 565 с.].
- 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. *Amer. J. Chin. Med.*, 2011, 39(1): 135–144.
- Zjawiony J.K. Biologically active compounds from *Aphyllophorales (Polypore) fungi*. *J. Nat. Prod.*, 2004, 67: 300–310.
- Рекомендує до друку
В.П. Гайова
- Надійшла 30.06.2016
- Пасайлюк М.В. **Бактерицидні властивості деяких макроміцетів**. *Укр. бот. журн.*, 2017, 74(1): 16–25.
- Національний природний парк "Гуцульщина"
вул. Дружби, 84, м. Косів, Івано-Франківська обл.
78600, Україна
- Встановлено, що бактерицидні властивості спиртових настоянок і водних настоїв плодових тіл макроміцетів є видоспецифічними, не залежать від трофічної приналежності грибів, їхньої харчової цінності, таксономічного положення. Найвищі показники затримки росту тест-культур продемонстрували настої *Boletus regius*, *Cantharellus cibarius*, *Catathelasma imperiale*, *Laetiporus sulphureus*, *Mycena leptocephala*, *Polyporus umbellatus*, *Russula rosea* і настоянка *M. leptocephala*. Бактерицидні властивості водних настоїв і спиртових настоянок грибів одного виду відрізнялися за ступенем інгібуючої дії, причому водні настої виявилися ефективнішими.
- Ключові слова:** макроміцети, фунгітерапія, водні настої, спиртові настоянки, трофічна приналежність
- Пасайлюк М.В. **Бактерицидные свойства некоторых макроміцетов**. *Укр. бот. журн.*, 2017, 74(1): 16–25.
- Национальный природный парк "Гуцульщина"
ул. Дружбы, 84, г. Косов, Ивано-Франковская обл.,
78600, Украина
- Установлено, что бактерицидные свойства спиртовых настоек и водных настоев плодовых тел макроміцетов являются видоспецифическими, не зависят от трофической принадлежности грибов, их пищевой ценности, таксономического положения. Самые высокие показатели задержки роста тест-культур продемонстрировали настои *Boletus regius*, *Cantharellus cibarius*, *Catathelasma imperiale*, *Laetiporus sulphureus*, *Mycena leptocephala*, *Polyporus umbellatus*, *Russula rosea* и настойка *M. leptocephala*. Бактерицидные свойства водных настоев и спиртовых настоек грибов одного вида отличались степенью ингибирующего действия, причем более эффективными оказались водные настои.
- Ключевые слова:** макроміцети, фунгітерапія, водные настои, спиртовые настойки, трофическая принадлежность