

УДК 631.427.2

DOI: 10.37128/2707-5826-2023-1-15

**ЯКІСНИЙ ТА КІЛЬКІСНИЙ
СКЛАД МІКОФЛОРИ СІРОГО
ЛІСОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНОГО
НАПРЯМУ ВИКОРИСТАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ
УГІДЬ**

В.О. МЕЛЬНИК, аспірантка
Вінницький національний аграрний
університет

У статті подано результати досліджень із вивчення кількісного і видового складу ґрунтових грибів, у тому числі патогенних, сірих лісових ґрунтів в умовах Лісостепу Правобережного (Вінницька область). Розглянуто мікофлору ґрунту за різного напрямку використання сільськогосподарських угідь, що включали ґрунти під яблуневим садом інтенсивного типу, ґрунти під інтенсивним рослинництвом та переліг. Вивчено стан мікроміцетів ґрунту на основі показників чисельності основних еколого-трофічних груп. Встановлено, що у ґрунтах гриби є критично важливими гравцями в екосистемі та відіграють величезну роль у сільському господарстві та мікробіомі ґрунту.

Результати досліджень показали певні зміни за вмістом і складом мікобіоти у ґрунтах внаслідок їх чотирнадцятирічного використання під перелогом, садом та польовими сівозмінами. Виявлено різницю за інтенсивністю заселення мікроміцетами ґрунтів різних сільськогосподарських угідь: перелогу 125,7 тис. КУО/г, інтенсивного садівництва 130,5 тис. КУО/г, польової сівозміни 191,2 тис. КУО/г.

Встановлено негативний вплив інтенсивного садівництва на кількісні та якісні показники мікофлори ґрунту. Досліджено, що у ґрунтах яблуневого саду за інтенсивного садівництва спостерігався найменший відсоток сапротрофних грибів (90,6 %), найбільший відсоток патогенних грибів (9,4 %) та токсиноутворюючих видів грибів (78,1 %) від загальної кількості виділених видів порівняно з ґрунтами перелогу та польової сівозміни. Аналіз виявив спільну для ґрунтів різного напрямку використання наявність представників з родів *Penicillium*, *Gliocladium* та *Trichoderma* у ґрунті. Встановлено, що за видовим складом мікроміцетів спільною ознакою є наявність представників виду *Trichoderma viride* та *Gliocladium roseum* для всіх проаналізованих зразків ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, ґрунтові гриби, мікофлора, мікроміцети, інтенсивне садівництво, інтенсивне рослинництво, кількісний склад, видовий склад, переліг, деградація, КУО.

Табл. 3. Літ. 17.

Постановка проблеми. Сільськогосподарське використання земельного фонду потребує контролю за станом родючості, ступенем еродованості, рівнем забруднення та якісними показниками стану ґрунту. Виконання цього завдання можливе лише за умови постійно діючого моніторингу, основою якого є визначення якісних та кількісних показників ґрунтового покриву. Поряд з агрохімічним аналізом ґрунту на особливу увагу заслуговує проведення фітопатологічного аналізу для визначення стану мікробіоти ґрунту, яка відіграє важливу роль, і завдяки якій він набуває якостей живої системи.

Ґрунтові мікроорганізми є одним із надійних біологічних індикаторів, оскільки вони легко реагують на зміни навколишнього середовища. Кількісний

та якісний склад ґрунтової мікробіоти відображає ступінь антропогенного на них навантаження, тому використовується як діагностичний показник [1, 2].

Ґрунтові гриби є важливою частиною ґрунтової мікробіоти, тому їх визначення і розуміння того, як вони працюють, має вирішальне значення для розробки стратегій підтримки продуктивності сільськогосподарських угідь різного типу використання та зниження процесу деградації ґрунту. Із інтенсифікацією галузі сільськогосподарського виробництва, активним використанням хімічних пестицидів, порушенням або ігноруванням сівозмін відбувається порушення мікробного балансу в ґрунті.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз літературних першоджерел [3-5] свідчить про провідну роль мікроорганізмів у формуванні та підтриманні родючості ґрунту, коолобігу поживних та розкладі забруднюючих речовин, як основного чинника процесів коолобігу біогенних елементів у біосфері.

Гриби є важливим і дуже різноманітним компонентом ґрунтових мікробних спільнот. Поряд з бактеріями вони є найбільш поширеними і екологічно важливими фітосимбіонтами. Виділяючи велику кількість ферментів, гриби першими беруть участь у розкладанні рослинних решток та мінералізації органічних речовин [6]. Вони відповідальні за перетворення низки складних сполук у прості, доступні для рослин форми. Їх роль дуже важлива в захисті рослин від патогенних мікроорганізмів як біологічних агентів, що впливають на стан ґрунту [7].

Гриби є дуже успішними мешканцями ґрунту завдяки своїй високій пластичності та здатності приймати різні форми у відповідь на несприятливі умови. Їх умовно розділяють на три функціональні групи: біологічні контролери, регулятори екосистеми та види, що беруть участь у розкладанні органічних речовин і перетвореннях сполук [8]. Регулятори екосистем, регулюючи динаміку фізіологічних процесів у ґрунтовому середовищі, відповідають за формування структури ґрунту та модифікацію місць проживання інших організмів. Біологічні контролери можуть регулювати хвороби, шкідників і ріст інших організмів [9].

Ґрунтові гриби беруть участь у коолобігу речовин у природі й формуванні родючості ґрунтів та зниженні процесів деградації. Вони істотно впливають на ґрунтотвірні процеси, що пов'язано із синтезом специфічних речовин (меланінів, фенолів, гумінових кислот), які входять до складу гумусу. Крім того, завдяки особливостям своєї будови, гриби впливають на структуру ґрунту, вони здатні продукувати різноманітні біологічно активні речовини: амінокислоти, ферменти, ліпіди, полісахариди, антибіотики, фітогормони, вітаміни, токсичні речовини та ін. [10].

Різнноманітність і склад рослинної спільноти сильно впливають на популяції грибів, які у свою чергу впливають на ріст рослин через мутуалізм, патогенність та їх вплив на доступність поживних речовин і кругообіг.

Гриби взаємодіють з іншими ґрунтовими організмами, і, таким чином, зміни в грибному співтоваристві можуть вплинути на функціонування всієї ґрунтової екосистеми [11]. Вони відіграють важливу роль у збільшенні урожайності рослин.

Розуміння та вибір відповідних культурних практик, збільшення грибкового біорізноманіття може запобігти або зменшити пошкодження кореневих захворювань і відігравати вирішальну роль у підтримці якості ґрунту [6].

У результаті різних процесів у ґрунті відбувається зміна мікробних асоціацій, і, навпаки, заміщення мікробних асоціацій може активізувати або гальмувати ґрунтові процеси. Управління ґрунтами є фундаментальним для всіх сільськогосподарських систем, при якому зменшення деградації ґрунтів є пріоритетом для підтримки майбутнього виробництва. Досягти цього можливо лише при комплексному підході до оцінки стану ґрунтів, у тому числі враховуючи біорізноманіття ґрунтових грибів.

Оцінка грибного біорізноманіття, як індикаторів якості, не може обмежуватися лише визначенням індексів біорізноманіття, але також має включати структурний аналіз популяції грибів, щоб визначити функції, які вони відіграють у впливі на якість ґрунту та рослини.

Однак, на даний час недостатньо вивчено зміни складу мікофлори ґрунтів сільськогосподарського призначення за різного напрямку їх використання в умовах інтенсивного землеробства.

Метою досліджень було визначення видового та кількісного складу мікофлори, у тому числі патогенної мікобіоти, у ґрунтах залежно від напрямку використання сільськогосподарських угідь за інтенсивного землеробства.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в межах одного агроґрунтового району на прикладі сільгоспугідь ТОВ «Агро-Еталон» Тиврівського району Вінницької області у 2021-2022 роках. Господарство спеціалізується на вирощуванні основних сільськогосподарських та плодкових культур. Ґрунт дослідних ділянок є типовим для даного агроґрунтового району і представлений сірим лісовим ґрунтом. Кислотність ґрунту нейтральна, вміст гумусу низький, вміст азоту дуже низький за ступенем забезпеченості, бору – дуже високий [12].

Відбір ґрунтових зразків для проведення мікологічного аналізу проводили за загальноприйнятим методом конверту. Для дослідження ґрунти відбирали на глибині 0-25 см спеціальним шупом. Зразки ґрунту було відібрано під інтенсивним садінцтвом (яблуневий сад), інтенсивним рослинництвом (кукурудза після попередника соняшника) та перелогом. Визначення кількісного складу мікофлори у ґрунтах проводили в ТОВ «Інститут прикладної біотехнології». Аналіз мікофлори проводили згідно ДСТУ 7847:2015 «Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище» методом ґрунтових розведень Ваксмана (Waksman, 1916; Литвинов, 1969; Наумов, 1937). Для культивування грибів

використовували картопляний агар із глюкозою за методикою Наумова (1937). Ідентифікацію проводили за відповідними визначниками. Як показник кількості життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму, загальна кількість колоній, яку підраховували при посівах ґрунтових суспензій, була обумовлена кількістю КУО (колонієутворюючих одиниць) [13-16].

Об'єктом досліджень були ґрунти різного напрямку використання сільськогосподарських угідь. Ключовим моментом дослідження стали землі в межах одного агропідприємства, що до 2008 р. були одним полем ріллі та були задіяні під рослинництво. Після 2008 р. одну частину ділянки землі задіяли під квартал яблуневого саду інтенсивного типу, другу залишили під інтенсивне рослинництво, а третю частину – як переліг (землі, що були в сільськогосподарському вжитку, однак, протягом 14 років не були задіяні під вирощування сільськогосподарських культур).

Результати дослідження та обговорення. Результати досліджень (табл. 1) показали певні зміни за вмістом та складом мікобіоти у ґрунтах, внаслідок їх чотирнадцятирічного використання під перелогом, садом та польовими сівозмінами. Зокрема, в ґрунтах перелогу виявлено 125,7 тис. КУО/г ґрунту, з яких 6,5 % складають патогенні види та 93,5 % сапротрофні види. У ґрунтах, які були задіяні під інтенсивне садівництво, загальна кількість мікобіоти склала 130,5 тис. КУО/г, з яких 12,3 % патогенних видів та 118,2 сапротрофних видів. Загальна кількість мікобіоти в ґрунтах задіяних під польові сівозміни склала 191,2 тис. КУО/г, в тому числі 5,1 % патогенних видів та 94,9 % сапрофітних видів.

Таблиця 1

Кількісний склад ґрунтової мікобіоти

Зміст варіанту	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т. ч.			
		Патогенні види		Сапротрофні види	
		тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%
Ґрунти перелогу	125,7	8,2	6,5	117,5	93,5
Ґрунт під інтенсивним садівництвом	130,5	12,3	9,4	118,2	90,6
Ґрунти під інтенсивним рослинництвом	191,2	9,8	5,1	181,4	94,9

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Виявлено також різницю по кількості мікобіоти ґрунтів залежно від їх використання в сільськогосподарському виробництві. Так, у ґрунтах перелогу загальна кількість мікобіоти склала 125,7 тис. КУО/г ґрунту, тоді як у ґрунтах, які були задіяні під вирощування саду і польових культур їх кількість підвищилась на 3,8 % і 52,1 % відповідно.

Ґрунтові гриби не є однією таксономічною групою, а представлені різними у систематичному відношенні одиницями, які належать до певних екологічних груп, що різняться за типом живлення і взаємодією з іншими організмами [9].

Однією з важливих груп ґрунтових грибів, що потребують особливого контролю, є патогени, або паразити. Патогенні гриби, що розвиваються на коренях, щороку стають головною проблемою в сільському господарстві, адже при колонізації коренів або інших організмів вони знижують продуктивність або призводять до загибелі рослин, тим самим знижуючи урожайність та якість сільськогосподарської продукції [17].

Кількість патогенної мікобіоти у ґрунтах, задіяних під садівництво і польові сівозміни, була вище на 50 % і 19,5 % відповідно порівняно з ґрунтами перелогу. Характеризуючи кількість сапротрофних видів мікобіоти, необхідно відмітити, що у ґрунті, який використовували під переліг становила 117,5 тис. КУО/г, тоді як у ґрунтах саду і польових сівозмін вона була вища на 0,6 % і 54,3 % відповідно.

Виявлені помітні зміни родового складу мікобіоти ґрунту за різного напрямку їх використання. Зокрема, у ґрунтах перелогу кількість різних видів мікроорганізмів була вище у 14,3 раза в порівнянні з патогенними видами. У ґрунтах, задіяних під сад та польові сівозміни, кількість сапрофітних видів мікобіоти була вище у 9,6 раза і 18,5 раза відповідно порівняно з патогенними видами.

Таблиця 2

Родове співвідношення сапротрофної мікобіоти ґрунту

Зміст варіанту	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т.ч. сапро- трофних грибів		із родів, %											
		тис. КУО/г ґрунту	%	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Asbidia</i>	<i>Gliocladium</i>	<i>Mortierella</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Mucor</i>	<i>Arthrinium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Myrothecium</i>	<i>Raecilomyces</i>
Ґрунти перелогу	125,7	117,5	93,5	32,1	6,5	9,7	19,3	9,7	9,7	6,5	-	-	-	-	-
Ґрунт під інтенсивним садівництвом	130,5	118,2	90,6	25,0	21,9	-	12,5	-	15,6	-	3,1	3,1	9,4	-	-
Ґрунти під інтенсивним рослин- ництвом	191,2	181,4	94,9	41,0	10,3	-	5,1	5,1	-	-	2,6	2,6	7,7	12,8	7,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Частка патогенних грибів (від загальної кількості виділених видів) відрізнялась не лише за кількісним складом, а й за видовим, залежно від напрямку використання сільськогосподарських угідь, які були представлені

родом *Fusarium* та містили збудник фузаріозної кореневої гнилі. У ґрунтах перелугу вони були представлені видом *Fusarium sporotrichioides* nom. nov. Bilai, у ґрунтах інтенсивного садівництва – *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, тоді як у ґрунтах польової сівоzmіни – *F. graminearum* Schwabe.

Залежно від джерела отримання грибами енергії ще однією важливою групою ґрунтових грибів є редуценти – сапрофітні, або сапротрофні гриби, що перетворюють органічну речовину (рослинні і тваринні рештки) в грибну біомасу, вуглекислий газ – на дрібні молекули. Ці гриби зазвичай використовують складні речовини і виконують важливу роль при розщепленні вуглецевих циклічних структур у забруднюючих агентів.

Серед сапротрофних грибів у ґрунтах перелугу відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. glandicola* (Oudemans) Seifert, *P. funiculosum* Thom.); із роду *Mucor* (*Mucor mucedo* L.); із роду *Absidia* (*Absidia butleri* Lendn. A. *glauca* Hagem.); із роду *Gliocladium* (*Gliocladium roseum* Bainier, *G. catenulatum* J.C. Gilman & E.V. Abbott.), із роду *Mortierella* (*Mortierella lignicola* (Martin) Gams et Moreau); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus nubilans* (Eidam) Wint., *A. flavus* Link); із роду *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers.).

У ґрунтах яблуневого саду за інтенсивного садівництва серед сапротрофних грибів відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium variabile* Sopp., *P. roscopurpureum* G. Smith, *P. chrysogenum* Thom.); із роду *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg: Fries) Vuill.); із роду *Arthrimum* (*Arthrimum phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis); із роду *Gliocladium* (*Gliocladium roseum* Bainier); із роду *Cladosporium* (*Cladosporium herbarum* Fr.); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus niger* van Tieghem); із роду *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers., *T. harzianum* Rifai).

Серед сапротрофних грибів у ґрунтах польової сівоzmіни відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium rubrum* Stoll., *P. variabile* Sopp., *P. canescens* Sopp); із роду *Arthrimum* (*Arthrimum phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis); із роду *Mortierella* (*Mortierella alpina* Peyronel); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus flavus* Link); із роду *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers., *T. harzianum* Rifai).

Частка та склад потенційних токсиноутворюючих видів грибів у досліджуваних ґрунтах також різняться залежно від напряму використання сільськогосподарських угідь (табл. 3).

Із потенційних токсиноутворюючих видів у ґрунті під інтенсивним садівництвом ідентифіковано представників *Penicillium variabile*, *P. roseopurpureum*, *P. Chrysogenum*, *Gliocladium roseum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* та *Fusarium verticillioides*. Частка потенційних токсиноутворюючих видів грибів тут складала найбільший відсоток порівняно з іншими ґрунтами та становила 78,1 %, від загальної кількості виділених видів.

У ґрунтах перлугу ідентифіковано такі токсиноутворюючі види грибів: *Penicillium glandicola*, *P. funiculosum*, *Mucor mucedo* *Gliocladium roseum*, *Aspergillus flavus* та *Fusarium sporotrichioides*. Частка потенційних

Таблиця 3

Кількісний та родовий склад токсиноутворюючих видів грибів

Зміст варіанту	Всього, тис. КУО/г грунту	Токсиноутворюючі види грибів							
		тис. КУО/г грунту	%	Роди					
				<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Gliocladium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Mucor</i>
Ґрунти перелогу	125,7	60,7	48,3	+	-	+	+	+	+
Ґрунт під інтенсивним садівництвом	130,5	101,9	78,1	+	+	+	+	+	-
Ґрунт під інтенсивним рослинництвом	191,2	93,1	48,7	+	+	+	-	-	-

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

* Примітка: + – наявність представників ґрунтових грибів; - – відсутність представників ґрунтових грибів

токсиноутворюючих видів грибів становила 48,3 %, від загальної кількості виділених видів.

Під інтенсивним рослинництвом ідентифіковано *Penicillium rubrum*, *P. roseopurpureum*, *P. variable*, *P. chrysogenum*, *P. canescens*, *Trichoderma harzianum*, *Fusarium graminearum*. Частка потенційних токсиноутворюючих видів грибів склала 48,7 % від загальної кількості виділених видів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отримані результати свідчать, що ґрунти сільськогосподарських угідь різного напрямку використання різняться за інтенсивністю заселення мікроміцетами, що була обумовлена кількістю життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму.

Встановлено, що у ґрунтах інтенсивного садівництва виявлено найбільший відсоток патогенних грибів 9,4 % від загальної кількості виділених видів, порівняно з ґрунтами перелогу, що містили 6,5 % та польової сівозміни – 5,1 %. Усі проаналізовані зразки були представлені родом *Fusarium* та містили збудник фузаріозної кореневої гнилі та фузаріозного в'янення.

Частка сапротрофних видів грибів ґрунту під інтенсивним садівництвом була найменшою і становила 90,6 % порівняно з перелогом (93,5 %) та ґрунтами польових сівозмін (94,9 %).

Спільною ознакою усіх ґрунтів різного напрямку використання є наявність у ґрунті представників з родів *Penicillium*, *Gliocladium* та *Trichoderma*. Ґрунти перелогу не були представлені видами з родів *Rhizopus*, *Arthriniium* та *Cladosporium*, порівняно з іншими ґрунтами. Проте лише вони містили представників родів *Mucor* та *Absidia*.

Ґрунти яблуневого саду не містили грибів із роду *Mortierella*. Ґрунти польової сівозміни не містили представників роду *Aspergillus*, проте були представлені грибами роду *Myrothecium*, якого не було відмічено у двох інших зразках досліджуваного ґрунту. Спільними для всіх трьох представлених ґрунтів була наявність представників виду *Trichoderma viride* Pers. та *Gliocladium roseum* Bainier. Ґрунти задіяні під інтенсивне садівництво характеризувались більшим, порівняно з іншими ґрунтами, відсотком токсиноутворюючих видів грибів становили 78,1 %. У ґрунтах перелугу і польової сівозміни вміст токсиноутворюючих грибів був на рівні 48,3 % і 48,7 % відповідно порівняно із загальною їх кількістю у ґрунті. Частка грибів-антагоністів у ґрунтах інтенсивного яблуневого саду склала 21,9 %, у ґрунтах інтенсивного рослинництва – 10,3 %, а у ґрунтах перелугу найменше – 6,5 %.

Перспективами подальших досліджень є удосконалення технологій садівництва спрямованої на зниження розвитку патогенної мікрофлори та токсиноутворюючих грибів у ґрунтах.

Список використаної літератури

1. Здоровий ґрунт – запорука гарних урожаїв! «Майстерня аграрія» – періодичне видання ТОВ «Сингента». URL: https://www.syngenta.ua/sites/g/files/zhg666/f/2021/11/28/ma_2021_no_3.pdf. (дата звернення: 22.12.2022 р.).
2. Elíades L.A. Soil mycobiota under managed and unmanaged forests of *Nothofagus pumilio* in Tierra del Fuego, Argentina / *New Zealand Journal of Forestry Science*. 2019. Т. 49. doi.org/10.33494/nzjfs492019x53x
3. Корисні мікроорганізми для відтворення родючості ґрунтів - Agromar. URL: <https://www.agromar.com.ua/ua/rol-microorganzmv> (дата звернення: 27.12.2022).
4. Курдиш І.К. Роль мікроорганізмів у відтворенні родючості ґрунтів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2009. № 9. С. 7-32. doi.org/10.35868/1997-3004.9.7-32.
5. Jiao S. та ін. Linking soil fungi to bacterial community assembly in arid ecosystems *iMeta*. 2022. Т. 1. № 1. doi.org/10.1002/imt2.2
6. Frac M., Jezierska-Tys S., Takashi Y. Occurrence, detection, and molecular and metabolic characterization of heat-resistant fungi in soils and plants and their risk to human health. *Adv. Agron.* 2015. № 132. С. 161–204.
7. Gardi C., Jeffery S. Soil Biodiversity. Brussels: European Commission, 2009. 27 с.
8. Bagyaraj D.J., Ashwin R. Soil biodiversity: role in sustainable horticulture. *Biodivers. Hortic. Crops* 2017. 5. S. 1–18. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.08.001
9. Загальні відомості про ґрунтові гриби. Агроаналіз. URL: <http://agroanaliz.biz.ua/uk/zagalni-vidomosti-pro-gruntovi-gribi/?v=33b1cc1d58f0> (дата звернення: 28.12.2022).

10. Wagg C. та ін. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2014. Т. 111. № 14. С. 5266–5270. doi.org/10.1073/pnas.1320054111
11. Yang T. та ін. Soil fungal diversity in natural grasslands of the Tibetan Plateau: associations with plant diversity and productivity. *New Phytologist*. 2017. Т. 215, № 2. С. 756–765. doi.org/10.1111/nph.14606.
12. Разанов С.Ф., Мельник В.О., Назарук Б.В., Куценко М.І. Оцінка агроекологічного складу сірих лісових ґрунтів за різного сільськогосподарського використання. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 1. С. 146-153.
13. ДСТУ 7847:2015. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. 2016. 15 с.
14. ДСТУ ГОСТ 17.4.4.02:2019 Охорона довкілля. Якість ґрунту. Методи відбирання та підготування проб для хімічного, бактеріологічного, гельмінтологічного аналізу. [Чинний від 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2019. 13 с.
15. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Характеристика мікробіологічного та агрохімічного складу органічного добрива «Ефлюент». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (15). С. 45-55.
16. Разанов С.Ф., Мельник В.О. Видовий та кількісний склад мікофлори сірого лісового ґрунту за інтенсивного садівництва і рослинництва. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 63-70. doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-63-70
17. Олійник В. Мікробне «населення» ґрунту. Infoindustria. URL: <https://infoindustria.com.ua/mikrobne-naselennya-gruntu/2022>).

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Zdorovyi grunt – zaporuka harnykh urozhai! «Maisternia ahrariia» – periodychne vydannia TOV «Synhenta» [*Healthy soil is the key to good harvests! «Agricultural Workshop» – a periodical of «Syngenta»*]. URL: https://www.syngenta.ua/sites/g/files/zhg666/f/2021/11/28/ma_2021_no_3.pdf. [in Ukrainian].
2. Elíades, L.A., Cabello, M.N., Pancotto, V., Moretto, A., Ferreri, N.A., Saparrat, M.C.N., Barrera, M.D. (2019). Soil mycobiota under managed and unmanaged forests of *Nothofagus pumilio* in Tierra del Fuego, Argentina. *New Zealand Journal of Forestry Science*, Vols. 49 [in English].
3. Korysni mikroorhanizmy dlia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv. Agromar. [*Useful microorganisms for reproduction of soil fertility. Agromar*]. URL: https://www.syngenta.ua/sites/g/files/zhg666/f/2021/11/28/ma_2021_no_3.pdf [in Ukrainian].
4. Kurdysh, I.K. (2009). Rol' mikroorganizmiv u vidtvorenni rodjuchosti gruntiv [*The role of microorganisms in the reproduction of soil fertility*]. *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija – Agricultural microbiology*. №. 9. P. 7-32 [in Ukrainian].

5. Jiao, S., Chu, H., Zhang, B., Wei, X., Chen, W., Wei, G. (2022). Linking soil fungi to bacterial community assembly in arid ecosystems. *iMeta*, Vols. 1. №1 . [in English].
6. Frac, M., Jezierska-Tys, S., Takashi, Y. (2015). Occurrence, detection, and molecular and metabolic characterization of heat-resistant fungi in soils and plants and their risk to human health. *Adv. Agron.* № 132. P. 161–204 [in English].
7. Gardi, C., Jeffery, S. (2009). Soil Biodiversity. *Brussels: European Commission.* 27 p. [in English].
8. Bagyaraj, D.J., Ashwin, R. (2017). Soil biodiversity: role in sustainable horticulture. *Biodivers. Hortic. Crops* 5. P. 1–18 [in English].
9. Zahalni vidomosti pro hruntovi hryby. Ahroanaliz. [General information about soil fungi. Agroanalysis]. URL: <http://agroanaliz.biz.ua/uk/zagalni-vidomosti-pro-gruntovi-gribi/?v=33b1cc1d58f0>. [in Ukrainian].
10. Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., van der Heijden, M.G.A. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vols 111. № 14. 5266–5270 [in English].
11. Yang, T., Adams, J.M., Shi, Y., He, J.-s., Jing, X., Chen, L., Tedersoo, L., Chu, H. (2017). Soil fungal diversity in natural grasslands of the Tibetan Plateau: associations with plant diversity and productivity. *New Phytologist*, Vols 215. № 2. 756–765 [in English].
12. Razanov, S.F., Mel'nyk, V.O., Nazaruk, B.V., Kucenko, M.I. (2021). Ocinka agroekologichnogo skladu siryh lisovyh g'runtiv za riznogo sil's'kogospodars'kogo vykorystannja [Assessment of agro-ecological composition of gray forest soils under the different agricultural uses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja – Balanced nature management.* № 1. P. 146-153 [in Ukrainian].
13. DSTU 7847:2015. Vyznachennia chyselnosti mikroorhanizmiv u hrunti metodom posivu na tverde (aharyzovane) zhyvylnе середовище. [State Standard 7847:2015 Determination of the number of microorganisms in the soil by sowing on a solid (agarized) nutrient medium]. [Effective from 2016–07–01] official publication. 15 p. [in Ukrainian].
14. DSTU GOST 17.4.4.02-2019. Ohorona dovkillja. Jakist' g'runtu. Metody vidbyrannja ta pidgotuvannja prob dlja himichnogo, bakteriologichnogo, gel'mintologichnogo analizu. [State Standard 17.4.4.02-2019. Environment protection. Soil quality. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. [Effective from 2019–04–01] official publication. Kyiv: UkrNDNTs, 13 p. [in Ukrainian].
15. Palamarchuk, V.D., Krychkovsky, V.Yu. (2019). Kharakterystyka mikrobiolohichnoho ta ahrokhimichnoho skladu orhanichnoho dobryva «Efliuent». [Characteristics of microbiological and agrochemical composition of organic fertilizer «Effluent»]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry.* № 4 (15). P. 45-55 [in Ukrainian].

16. Razanov, S.F., Melnyk, V.O. (2022). Vydovyi ta kilkisnyi sklad mikoflory siroho lisovoho gruntu za intensyvnoho sadivnytstva i roslynnystva. [*Species and quantitative composition of mycoflora of gray forest soil under intensive horticulture and crop production*]. *Agrobiology – Ahrobiolohiia*. № 1. P. 63-70. [in Ukrainian].

17. Oliynyk V. Microbial «population» of the soil. [*Mikrobne «naselennia» gruntu*]. Infoindustry. URL: <https://infoindustria.com.ua/mikrobne-naselennya-gruntu/> [in Ukrainian].

ANNOTATION

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF MYCOFLORA OF GRAY FOREST SOIL UNDER DIFFERENT DIRECTIONS OF AGRICULTURAL LAND USE

This article presents the results of research on the quantitative and species composition of soil fungi, including pathogenic, gray forest soils in the conditions of the Right Bank Forest Steppe. The mycoflora of the soil was considered for different directions of agricultural land use including soils under intensive apple orchards, intensive crop cultivation and fallow. The condition of soil micromycetes was studied based on the indicators of the abundance of the main ecological and trophic groups. In soils, fungi are determined to be critical players in the ecosystem and play a huge role in agriculture and soil microbiome.

The results of research showed certain changes in the content and composition of mycobiota in soils, as a result of their fourteen-year use under fallow, garden and field crop rotations. The difference in the intensity of micromycete colonization of soils of different agricultural lands was revealed: fallow 125.7 thousand CFU/g, intensive gardening 130.5 thousand CFU/g, field crop rotation 191.2 thousand CFU/g.

The negative influence of intensive horticulture on quantitative and qualitative indicators of soil mycoflora was established. It was investigated that the lowest percentage of saprotrophic fungi, the highest percentage of pathogenic fungi and toxin-producing species of fungi from the total number of isolated species were observed in the soils of the apple orchard under intensive horticulture, compared to the soils of fallow and field crop rotation.

*A common feature of all soils of various uses is the presence of representatives of genera *Penicillium*, *Gliocladium* and *Trichoderma* in the soil. Fallow soils were not represented by species from the genera *Rhizopus*, *Arthrimum* and *Cladosporium*, compared to the other soils. However, only they contained representatives of genera *Mucor* and *Absidia*.*

*Common to all the three presented soils was the presence of representatives of the species *Trichoderma viride* Pers. and *Gliocladium roseum* Bainier.*

Key words: soil, soil fungi, mycoflora, micromycetes, intensive horticulture, intensive crop production, quantitative composition, species composition, fallow, degradation, CFU.

Table. 3. Ref. 17.

Інформація про автора

Мельник Вікторія Олександрівна – аспірантка 3-го року навчання Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3, e-mail: vmel277@gmail.com).

Melnyk Viktoriia – postgraduate Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonyachna str. 3; e-mail: vmel277@gmail.com).