

ВПЛИВ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП МІКРОМІЦЕТІВ ҐРУНТУ

І. Безноско¹, Т. Горган¹, І. Мосійчук¹, О. Буняк², Ю. Терновий³

<https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>

<https://orcid.org/0000-0001-8980-7895>

<https://orcid.org/0000-0003-4979-9645>

<https://orcid.org/0000-0003-3830-2912>

¹*Інститут агроекології і природокористування НААН
вул. Метрологічна, 12, Київ 03143, Україна*

²*Носівська селекційно дослідна станція Миронівського інституту пшениці
імені В.М. Ремесла НААН*

вул. Миру, 1, с. Дослідне, Носівський р-н, Чернігівська обл. 17131, Україна

³*Скви́рська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроекології
і природокористування НААН*

вул. Селекційна, Сквир, Київська обл. 09000, Україна

e-mail: beznoskoirina@gmail.com

Упродовж 2021 р. на базі стаціонарних і тимчасових польових дослідів, які розташовані у Сквирській дослідній станції органічного виробництва (Київська обл.), Носівській селекційній дослідній станції (Чернігівська обл.), Інституті овочівництва і баштанництва (Харківська обл.) та у приватному господарстві органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В. (Чернігівська обл.) досліджено чисельність мікроміцетів ґрунту під різними сільськогосподарськими культурами: пшениці озимої, вівса, жита, ячменю ярого та цибулі ріпчастої. Дослідження проводили за різними технологіями вирощування: традиційна, органічна та змішана.

Погодні умови упродовж вегетаційного періоду досліджень відрізнялися за агрометеорологічними показниками. Характерною ознакою була контрастність перепадів температур повітря та нерівномірність розподілу опадів, що впливало на склад мікобіоценозу ґрунту. Вегетаційний період 2021 р. у Київській обл. характеризувався як достатньо зволожений (ГТК 1,7), а у Чернігівській і Харківській обл. переважала посуха (ГТК 0,6). Неприятливі погодні умови (такі як посуха та перезволоження ґрунту) сприяли зміні чисельності мікобіому досліджуваних ґрунтів.

Показано, що технології вирощування залежно від системи удобрення та захисту посівів впливають на формування ґрунтового мікобіому. Дослідні ділянки, для яких характерний чорнозем типовий, є більш стійкою і зрівноваженою структурою мікобіоценозу ґрунту, ніж малородючі дерново-підзолисті ґрунти, де чисельність основних еколого-трофічних груп мікроміцетів під посівом різних сільськогосподарських культур була майже удвічі нижчою.

Встановлено, що кожен сорт досліджуваних рослин має специфічний мікобіом ризосфери, залежний від наявного гуртового угруповання. Визначено, що чисельність основних еколого-трофічних груп, які населяють ризосферу різних сільськогосподарських культур, перебуває в залежності від фази розвитку рослини, ґрунтово-кліматичних умов, типу ґрунту, системи удобрення культур і технології її вирощування.

Ключові слова: мікобіота ґрунту, сільськогосподарські культури, чисельність, технології вирощування

В умовах сучасного аграрного виробництва збереження ефективної родючості ґрунту з одночасним підвищенням екологічної стійкості й продуктивності агроценозів є важливим завданням, що зумовлене функціонуванням мікробіоти ґрунту [7, 21]. В агроекосистемах мікробіота виступає одним із факторів ґрунтотворного процесу. Родючість ґрунтів тісно пов'язана з діяльністю ґрунтових мікроорганізмів, адже мікробіота активно функціонує та формує верхній ґрунтовий горизонт, в якому зосереджений найбільший запас органічних форм поживних елементів [10]. У працях українських науковців К.І. Андрук і О.В. Валагурової викладено теоретичні основи формування структури та функціонування мікробних ценозів ґрунту [1, 19]. Ґрунтова мікробіота є одним із найважливіших чинників, що визначає процеси формування та біологічні властивості ґрунту, і водночас є складною мікробіологічною системою. За даними В.П. Патики [17], вміст мікроорганізмів в 1 г ґрунту становить мільярди клітин. А от на думку J. A. Aislabie та J. Deslippe, різноманітність ґрунтової мікрофлори така, що в 1 г ґрунту міститься близько 4000 видів мікроорганізмів [14]. Мікробні угруповання значною мірою визначають родючість ґрунту, а також ріст і розвиток сільськогосподарських рослин, беручи участь у таких важливих процесах, як трансформування рослинних решток і формування гумусу, забезпечення рослинного організму поживними речовинами та колообіг біогенних елементів [22]. Найнебезпечніші захворювання сільськогосподарських рослин пов'язані саме зі змінами ґрунтової мікробіоти, на яку впливають не лише технології вирощування, ґрунтово-кліматичні умови, а й кореневі виділення рослин. Ґрунтова мікрофлора – облігатний компонент будь-якого біоценозу, де між рослинами і мікроорганізмами виникають взаємодії: обмін метаболітами, їхня трансформація [2, 3]. Структура рослинного мікробіому визначається біотичними та абіотичними факторами, а також мікробіота ризосфери відрізняється високою специфічністю, навіть між різними сортами одного і того ж виду рослини [5, 7]. Кожен вид рослини має специфічний мікробіом ризосфери, залежний від наявного ґрунтового угруповання. Нестачу елементів живлення у ґрунті людина традиційно намагається скоригувати за рахунок застосування різних добрив, що спричиняє більший рівень антропогенного навантаження на ґрунти, погіршуючи їхні агрохімічні та біологічні характеристики [11]. Так, під впливом хімічних і біологічних добрив суттєво змінюється біорізноманіття та структура основних фізіологічних груп мікроорганізмів, що сприяє погіршенню мікробіологічних процесів у ґрунті [15, 23]. Провідним напрямом розвитку землеробства, спрямованим на збереження природного потенціалу ґрунтів, є його екологізація. Однією з основних умов екологізації землеробства є раціональне застосування добрив у сівозміні зі збереженням біорізноманіття ґрунтової мікробіоти та її фізіологічних властивостей. Тому метою нашого дослідження було визначити чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп ризосферного ґрунту сільськогосподарських рослин з використанням різних систем удобрення.

Матеріали та методи

Досліджено чисельність мікроміцетів ґрунту під різними сільськогосподарськими культурами: пшениці озимої трьох сортів (Подольянка, Княжна, Ювівата), вівса двох сортів (Світанок, Тембр), жита трьох сортів (Синтетик, Дозор, Боротьба), ячменю ярого двох сортів (Себастьян, Геліос) та чотирьох сортів цибулі ріпчастої (Мавка, Любчик, Ткаченківська й Амфора). Дослідження проводили упродовж 2021 р. на базі стаціонарних і тимчасових польових дослідів, які розташовані у Сквирській дослідній станції органічного виробництва (Київська обл.), Носівській селекційно-дослідній станції (Чернігівська обл.), Інституті овочівництва і баштанництва (Харківська обл.) та на приватному господарстві органічного

виробництва ФОП Шанойло Т.В. (Чернігівська обл.). Згідно з ДСТУ 7847:2015 [12, 13], зразки ґрунту відбирали у трьох фазах онтогенезу – для зернових: кушення, цвітіння, дозрівання; для цибулі ріпчастої: трьох справжніх листків, формування цибулин, полягання пера.

Погодні умови упродовж вегетаційного періоду досліджень відрізнялися за агрометеорологічними показниками. Характерною ознакою була контрастність перепадів температур повітря та нерівномірність розподілу опадів, що впливало на склад мікробіоценозу ґрунту. Для характеристики гідротермічних умов територій розраховували гідротермічний коефіцієнт Г. Селянинова (ГТК) за формулою:

$$\text{ГТК} = R \times 10 / \sum T > 10$$

де R – сумарна кількість опадів за відповідний період, мм; $\sum T > 10$ – сума температур повітря понад 10°C за той самий період, $^\circ\text{C}$.

Для вивчення впливу погодних умов на чисельність мікобіому ґрунту під різними сільськогосподарськими культурами використано дані обласних метеостанцій (Київської, Чернігівської, Харківської обл.) (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика погодних умов дослідних станцій
за гідротермічним коефіцієнтом протягом вегетаційного періоду

Установа	Область	Тип ґрунту	Коефіцієнт ГТК			
			Квітень	Травень	Червень	Липень
Сквирська дослідна станція органічного виробництва НААН	Київська	Чорнозем глибокий малогумусний слабовилугований середньосуглинковий	1,7	1,8	0,9	0,8
Носівська селекційна дослідна станція	Чернігівська	Чорнозем глибокий малогумусний вилугований	0,6	0,8	1,3	0,6
Приватне господарство органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В.	Чернігівська	Дерново-середньо і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти	0,5	0,6	0,9	0,5
Інститут овочівництва і баштанництва НААН	Харківська	Чорнозем середньопотужний і малопотужний вилугований, середньосуглинковий	0,1	1,5	0,2	0,3

Примітка: ГТК ≥ 1 – достатнє зволоження; ГТК 0,8–1,0 – помірне зволоження; ГТК 0,6–0,7 – недостатнє зволоження

За результатами підрахунку ГТК, що представлений в табл. 1, можна зробити висновки, що вегетаційний період 2021 р. у Київській обл. характеризувався як достатньо зволожений у квітні–травні, де ГТК становило 1,7–1,8; у Чернігівській і Харківській обл. переважала посуха, але у червні в Чернігівській обл. ГТК становило 0,9–1,3, а в Харківській обл. у травні – 1,5. Несприятливі погодні умови (такі як перезволоження) сприяли збільшенню чисельності мікроміцетів ґрунту.

Протягом вегетаційного періоду було використано різні системи удобрення під різними сільськогосподарськими культурами на базі стаціонарних і тимчасових польових дослідів (табл. 2).

За даними табл. 2, показано різні системи удобрення і захисту посівів пшениці озимої, жита, вівса, ячменю та цибулі ріпчастої, де використовували органічну, традиційну

Таблиця 2

Технології вирощування та системи удобрення під різними сільськогосподарськими культурами на базі стаціонарних і тимчасових польових дослідів

Установа	Культура	Технологія вирощування	Препарати
Сквирська дослідна станція органічного виробництва НААН	Пшениця озима	Традиційна	Обприскування: Вітавакс 200 ФФ, ТН (фунгіцид) – 3,0 л/т; Гранстар Голд 75 (ФМС) (гербіцид) – 25 г/га Без внесення добрив
	Пшениця озима	Органічна	
Носівська селекційна дослідна станція	Ячмінь ярий	Традиційна	Обприскування: Вітавакс 200 ФФ, ТН (фунгіцид) – 3,0 л/т Гранстар Голд 75 (ФМС) (гербіцид) – 25 г/га Аканто Плюс, КС (фунгіцид) – 0,75 л/га Без внесення добрив
	Ячмінь ярий	Органічна	
	Пшениця озима	Змішана	
Приватне господарство органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В.	Жито озиме	Змішана	Протруювання насіння: Ламардор (фунгіцид) – 0,6 л/га; Імісид (інсектицид) – 0,5 л/т; Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,05 л/т; Новатор листок (органомінеральне добриво) – 1 л/т Посів: Нітроамофоска – 100 кг/га; Обприскування: Таліус (фунгіцид) – 0,2 л/га; Еллай супер (гербіцид) – 20 г/га Підживлення: КАС – 100 л/га, вапнякова селітра – 100 кг/га Обприскування: Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,1 л/га Новатор грунт – 15 л/га; Новатор листок – 1 л/га; Підживлення: вапнякова селітра – 100 кг/га Обприскування: Паллас (гербіцид) – 0,25 л/га; Пойнтер (гербіцид) – 20 г/га; Тренд (прилипач) – 0,3 л/га Обприскування: Канонір Дуо (інсектицид) – 0,1 л/га; Новатор листок (органомінеральне добриво) – 1 л/га Нітроамофоска – 100 кг/га; Вапнякова селітра – 150 кг/га Обприскування: Пойнтер (гербіцид) – 20 г/га Тренд – 300 мл/га; Карбамід – 15 кг/га Обприскування: Імпакт (фунгіцид) 500 – 0,25 л/га; Канонір Дуо (інсектицид) – 0,1 л/га Протруювання насіння: Фавіприд Ектив – 0,5 л/т Вінцит форте – 1,2 л/т; Лідер Пульс – 0,1 л/т Підживлення: Нітроамофоска 100 кг/га Вапнякова селітра – 100кг/га Обприскування: Квелекс (гербіцид) – 0,6 л/га; Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,05 л/га; Новатор листок – 1 л/га; Новатор мідь – 1 л/га; Тренд – 200 мл/га; Карбамід- 15 кг/га Підживлення: Карбамід – 100 кг/га Обприскування: Імпакт 500 (фунгіцид) – 0,25 л/га; Канонір Дуо (інсектицид) – 0,1 л/га; Новатор листок – 1 л/га; Новатор мідь – 0,5 л/га; Карбамід – 8 кг/га
	Овес	Змішана	
	Пшениця озима	Органічна	
Інститут овочівництва і баштанництва НААН	Пшениця озима	Традиційна	Обприскування: Триходермін-біо (біологічний фунгіцид) – 5 л/га; Гумінове добриво – 1,5 л/га
	Жито озиме		
Інститут овочівництва і баштанництва НААН	Овес		
	Цибуля ріпчаста	Традиційна	Гербіцид: Стомп або Лірон (2,4 – 5,0 л/га) до сходів цибулі Протруювання насіння: Круїзер 10 мл/кг Обприскування: проти ураження цибулі ріпчастої пероноспорозом посіви обробляють 0,1–0,2%-ним Ридомілом, 0,4%-ним Хлорокисом міді, 0,3%-ним Альетом і Акробатом. Для захисту цибулі від цибулевої мухи, цибулевої листоблішки (друга половина квітня – травень) Актелік (0,2%-ний) або Волатон (0,2–0,3%-ний). Підживлення: восени Нітроамофоска N70P70K70, навесні фертигація три підкормки аміачною селітрою або Карбамід N 30

та змішану технології вирощування. Органічна технологія характеризувалася двома системами удобрення і захисту: перша – внесенням гумінового добрива і триходерміну (приватне господарство органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В.), друга – без внесення препаратів, тільки полив водою (Сквирська дослідна станція органічного виробництва НААН). За традиційною технологією вносили тільки хімічні препарати: Сквирська дослідна станція органічного виробництва під зернові культури та Інститут овочівництва і баштанництва НААН під цибулю ріпчасту. Змішану технологію вирощування, де застосовували як хімічні препарати, так і препарати біологічного походження, спостерігали у Носівській селекційній дослідній станції.

Лабораторні дослідження проводили в лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методом висівання ґрунтової суспензії на стандартні поживні середовища [4, 9]: для визначення чисельності амілолітичних ґрунтових мікроорганізмів використовували крохмало-аміачний агар (КАА); оліготрофних – голодний агар (ГА); педотрофних мікроорганізмів – ґрунтовий агар (ПА); гуматрозкладаючих – гуматне середовище (ГС); целюлозолітичних – середовище Гетчинсона і Клейтона та для визначення чисельності патогенних мікробів використовували картопляно-глюкозний агар (КГА).

Для визначення у пробі ґрунту чисельності амілолітичних, оліготрофних, педотрофних, гуматрозкладаючих і патогенних мікробів застосовується метод глибинного посіву. Ґрунтову суспензію 1 см³, певного розведення стерильною піпеткою переносили у чашку Петрі, заливали розплавленим і охолодженим до 45–50 °С поживним середовищем і обережно змішували круговими рухами. Посів целюлозолітичних мікроорганізмів проводили таким чином: з кожного розведення ґрунтової суспензії окремою стерильною піпеткою брали по 1 см³ і переносили до рідкого середовища. Кількість паралельно засіяних пробірок певного розведення було не менше 3. Для дослідження використовували розведення 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶. Засіяні пробірки інкубували у термостаті при 28 °С протягом 3–4 тижнів.

Для контрольної та дослідної вибірок обчислювали середньоарифметичне значення та середньоквадратичне відхилення, за якими обчислювали для кожної вибірки коефіцієнт варіації С:

$$C = \frac{\delta}{X_{\text{ср}}} * 100$$

де: – середньоквадратичне відхилення; $X_{\text{ср}}$ – середньоарифметичне значення.

При значенні коефіцієнта варіації для кожної із вибірок менше чи на рівні 15 % результат вважають статистично значущим. Під час підрахунку колоній вибирали те розведення, при якому їхня кількість не перебільшувала 50–150.

Кількість колоній, які вирости, підраховували за допомогою автоматичного лічильника SCAN4000 (Interscience, France). При більшій кількості колоній і їхнього рівномірного розташування дно чашки Петрі умовно ділили на 4 або більше однакових секторів, рахували кількість колоній у двох-трьох секторах, знаходили середнє арифметичне число колоній і множили на загальну кількість секторів на одній чашці.

Чисельність мікроорганізмів у розрахунку на 1 г сухого ґрунту (X) в КУО обчислювали за формулою [8].

$$X = \frac{a \times b \times 10^n}{V}$$

де: X – кількість клітин в 1 г сухого ґрунту; a – середня кількість підрахованих колоній, од.; b – коефіцієнт вологості, розрахований згідно з ДСТУ ISO 11465-2001; 10^n – коефіцієнт розведення; V – об'єм суспензії, який взяли для посіву, см³.

Чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів визначали шляхом розрахунку найбільш вірогідної кількості (НБК) клітин в одиниці об'єму вихідного субстрату за таблицею Мак-Креді. Чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів у розрахунку на 1 г сухого ґрунту (X) в КУО обчислювали за формулою:

$$X = \text{НБК} \times b$$

де: X – кількість клітин в 1 г сухого ґрунту; НБК – найбільш вірогідна кількість клітин мікроорганізмів в 1 г субстрату, од.; b – коефіцієнт вологості, розрахований.

Результат виражали у колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г досліджуваної проби ґрунту.

Ізоляти мікроскопічних грибів до роду та виду було ідентифіковано на біологічному мікроскопі DN-200D. Ідентифікацію фітопатогенних грибів проводили за допомогою визначників [6, 16, 18, 24]. Латинські назви грибів узгоджуються з Fungal Databases Nomenclature and Species Banks (URL-адреса: <https://www.mycobank.org>).

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA.

Результати і їхнє обговорення

У період онтогенезу різних сільськогосподарських культур – пшениці озимої, вівса та жита на полях Носівської селекційної дослідної станції (Чернігівська обл.) за змішаної технології вирощування спостерігали збільшення чисельності усіх еколого-трофічних груп у фазу цвітіння, де гідротермічний коефіцієнт був 1,3, що свідчить про високе вологозабезпечення. У фазі дозрівання чисельність мікроміцетів майже не зростає, де гідротермічний коефіцієнт становить 0,5, що свідчить про посуху (рис. 1).

На усіх фазах онтогенезу в ризосфері пшениці озимої, вівса та жита найбільшою чисельністю характеризувалися педотрофні групи мікроміцетів, що становили від 14 до 19 млн КУО/г ґрунту. Це свідчить, що ґрунт містить достатню кількість органічної речовини. Найбільше педотрофних мікроміцетів містив ґрунт під пшеницею озимою, де їхня кількість сягала 19 млн КУО/г ґрунту і найменше під посівом жита – 10 млн КУО/г ґрунту. Це дає підстави вважати, що на кількісний склад мікроорганізмів впливають метаболіти сільськогосподарських культур. Поряд із тим, протягом вегетаційного періоду помітно зростали целюлозолітична група мікроміцетів, що становила від 0,2 до 1,9 млн КУО/г ґрунту. Це свідчить про наявність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, здатних інтенсивніше розкласти целюлозу.

Найбільшою кількістю целюлозолітичних мікроміцетів характеризувався ризосферний ґрунт під посівом жита, що становив 1,9 млн КУО/г ґрунту, найменшою – ґрунт під посівом вівса – 1,1 млн КУО/г ґрунту. Патогенні мікроміцети в ризосферному ґрунті сільськогосподарських культур збільшувалися в напрямі овес-пшениця-жито, де їхня кількість коливалася від 6,2 до 8 млн КУО/г ґрунту. Також виявлено незначну чисельність амілолітичних груп. Під посівом жита їхня кількість була найвищою і становила 3,8 млн КУО/г ґрунту, що свідчить про наявність у середовищі легкогідролізованих органічних речовин. Отже, чисельність основних еколого-трофічних груп мікроміцетів під посівом різних сільськогосподарських культур істотно різнилася. Найбільшою чисельністю амілолітичних, целюлозолітичних і патогенних мікроміцетів характеризувався ґрунт під посівом жита, а найбільшою кількістю педотрофних мікроміцетів – ґрунт під посівом пшениці озимої.

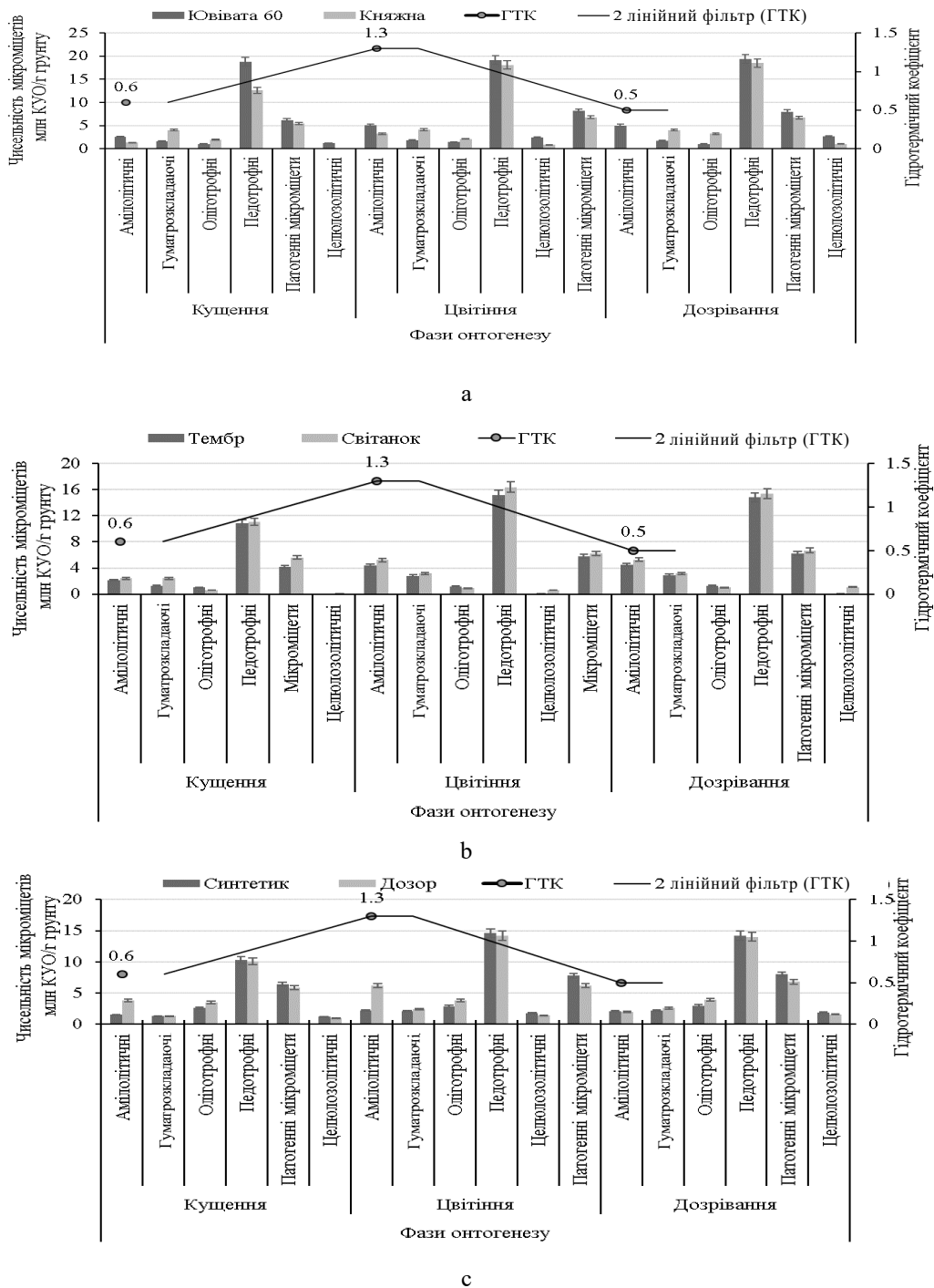


Рис. 1. Чисельність мікробів ґрунту під час онтогенезу: а – пшениці озимої, б – вівса, в – жита на полях Носівської селекційної дослідної станції (Чернігівська обл.)

Також дослідження були проведені на базі стаціонарних польових дослідів, які розташовані у Сквирській дослідній станції органічного виробництва, що характеризується таким типом ґрунту як чорнозем глибокий, малогумусний, слабовилугований, середньосуглинковий. Визначено чисельність мікроміцетів основних еколого-трофічних груп ґрунту під час онтогенезу різних сільськогосподарських культур: пшениці озимої сорту Подолянка та ячменю ярого сортів Себастьян і Геліос. Під час онтогенезу сільськогосподарських рослин використовували дві технології вирощування: традиційну (внесення гербіциду і фунгіциду – хімічних речовин) та органічну (без внесення добрив, лише полив водою).

У період онтогенезу рослин спостерігали збільшення чисельності усіх еколого-трофічних груп у фазу цвітіння, коли гідротермічний коефіцієнт був 1,8, що свідчило про високе вологозабезпечення. У фазі дозрівання ґрунтова система досягала клімаксу – стійкого, рівноважного стану, чисельність мікроміцетів майже не зростала, порівняно з попередніми фазами онтогенезу зернових культур, де гідротермічний коефіцієнт становив 0,8, що свідчило про достатнє зволоження (рис. 2).

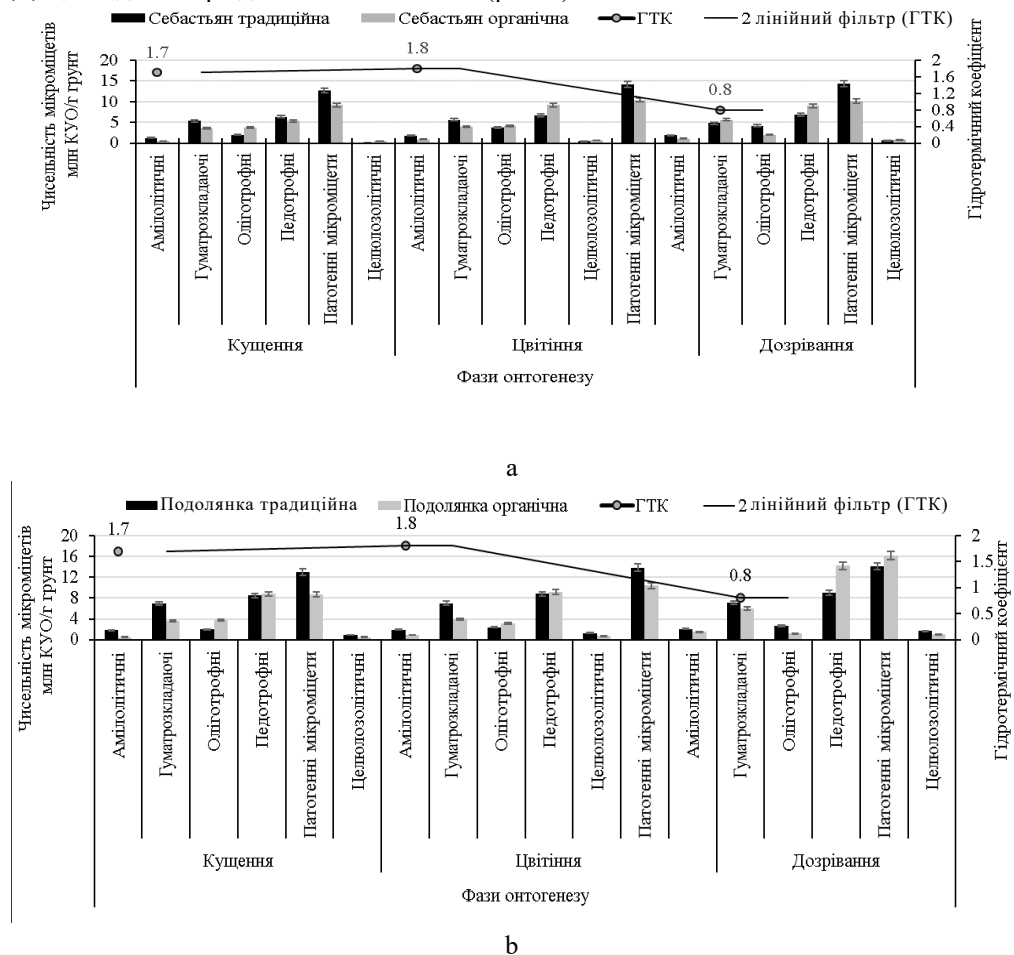


Рис. 2. Чисельність мікроміцетів ґрунту під час онтогенезу: а – ячменю ярого, б – пшениці озимої на полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва (Київська обл.)

На усіх фазах онтогенезу у ризосферному ґрунті ячменю ярого та пшениці озимої як за органічною, так і за традиційною технологією спостерігали суттєве зростання чисельності патогенних мікроміцетів, що становило від 8,7 до 16,2 млн КУО/г ґрунту. У фазі дозрівання за органічної технології вирощування ячменю ярого спостерігали меншу кількість патогенних мікроміцетів, що сягала 10,2 млн КУО/г ґрунту порівняно з традиційною технологією, що становило 14,4 млн КУО/г ґрунту. У той же час патогенна мікрофлора під посівами пшениці озимої, навпаки, характеризувалася більшим складом мікроміцетів під органічною технологією – 16,2 млн КУО/г ґрунту порівняно з традиційною технологією – 14,1 млн КУО/г ґрунту. Це свідчило, що кореневі виділення різних сільськогосподарських культур своїми фізіолого-біохімічними властивостями здатні по-різному впливати на кількісний склад патогенної мікобіоти ґрунту. Також високою чисельністю характеризувалися педотрофні групи мікроміцетів під посівом ячменю ярого, за традиційної технології вирощування, їхня кількість сягала від 6,4 до 6,9 млн КУО/г ґрунту, а під посівом пшениці озимої – 8,5–9 млн КУО/г ґрунту. Поряд із тим, за органічної технології вирощування їхня кількість була трохи нижчою у фазі кущення і сягала у ризосфері рослин ячменю – 5,4 млн КУО/г ґрунту й у ризосфері рослин пшениці 8,8 млн КУО/г ґрунту, але у фазі дозрівання їхня кількість істотно зростала і була майже в 1,5 рази більшою, ніж у традиційній технології. Це свідчить, що ґрунт містить достатню кількість органічної речовини, яка при органічній технології зростає протягом вегетаційного періоду рослин. Істотно зростали гуматрозкладаючі групи мікроміцетів, що помітно на ранніх етапах онтогенезу за традиційної технології вирощування, де їхня кількість була удвічі вищою порівняно з органічною технологією вирощування сільськогосподарських культур. Це види родів *Trichoderma*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, які здатні розкласти специфічні речовини гумусу. У ризосферному ґрунті під час онтогенезу ячменю їхня кількість сягала від 4,4 до 4,8 млн КУО/г ґрунту, під посівом пшениці озимої – від 6,9 до 7,1 млн КУО/г ґрунту за традиційною технологією вирощування. Поряд із тим, за органічної технології кількість гуматрозкладаючих груп мікроміцетів сягала під посівом ячменю 3,6–5,6 млн КУО/г ґрунту, а під посівом пшениці 3,7–6,0 млн КУО/г, що суттєво зростає до кінця вегетаційного періоду. Також за традиційної технології вирощування незначною кількістю мікобіоти ризосферного ґрунту під час онтогенезу пшениці озимої характеризувалися групи: амілолітичні (1,8–2,1 млн КУО/г ґрунту), целюлозолітичні (0,5–1,5 млн КУО/г ґрунту) та під посівом ячменю ярого амілолітичні (1,3–1,9 млн КУО/г ґрунту), целюлозолітичні (0,5–1,5 млн КУО/г ґрунту), які за наявності ферментів здійснюють деградацію целюлозовмісних субстратів. Вони не потребують великої кількості поживних речовин, але тим самим дають можливість для розвитку інших мікоміцетів, що засвоюють продукти гідролізу. Кількісний склад даних груп мікроміцетів був у 1,5 рази вищий порівняно з органічною технологією, що свідчить про активне застосування добрив. Слід зазначити, що кількість оліготрофних груп мікоміцетів істотно зростала за органічною технологією вирощування в ризосферному ґрунті під посівом пшениці та ячменю у фазі кущення, а до кінця вегетаційного періоду їхня кількість зменшилася в 1,5–2 рази. Так, відомо [6, 11], що вони інтенсивно розвиваються на збіднених ґрунтах (це обумовлено їхньою трофічною специфічністю та відсутністю конкуренції) і спроможні існувати в умовах нестачі джерел енергії та живлення. Це свідчить про вичерпання запасів легкодоступних поживних елементів і посилення гуміфікаційних процесів на початкових етапах онтогенезу за органічної технології вирощування. Отже, ризосферний ґрунт під посівом ячменю ярого та пшениці озимої істотно різнився за кількісним складом

грунтових мікроорганізмів, що залежало як від технології вирощування та ГДК, так і від виду сільськогосподарської культури.

Також дослідження були проведені на полях приватного господарства органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В., яке розташоване у Чернігівській обл., селище Количівка, що характеризується таким типом ґрунту як дерново-середньо- і слабопідзолисті супіщані та суглинкові ґрунти. Визначено чисельність мікроміцетів основних еколого-трофічних груп ґрунту під час онтогенезу різних сільськогосподарських культур: пшениці озимої сорту Ювівата, жита сорту Боротьба та вівса сорту Тембр. Під час онтогенезу сільськогосподарських рослин використовували органічну технологію вирощування зі системою удобрення, яка включала: гумінове добриво і Триходермін-біо. За вегетаційний період у Чернігівській обл. переважала посуха (ГТК 0,5–0,6), лише у червні місяці ГТК становив 0,9, що свідчить про помірне зволоження. Тому найбільшу чисельність еколого-трофічних груп спостерігали у фазі дозрівання культур (рис. 3).

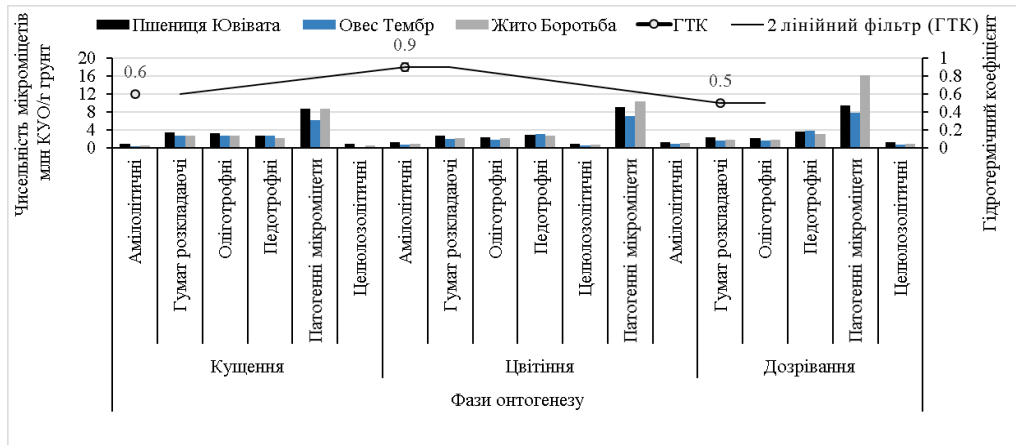


Рис. 3. Чисельність мікроміцетів ґрунту під час онтогенезу сільськогосподарських культур на полях ПГ органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В. (Чернігівська обл.)

Протягом вегетаційного періоду на усіх фазах онтогенезу в ризосферному ґрунті сільськогосподарських культур спостерігали суттєве зростання чисельності патогенних мікроміцетів, що становили від 6,2 до 9,4 млн КУО/г ґрунту. Найменшу кількість патогенної мікобіоти спостерігали під посівом вівса, що становило 6,2–7,8 млн КУО/г ґрунту, найвищою характеризувався ґрунт під посівом пшениці озимої 8,8–9,4 млн КУО/г ґрунту, під посівом жита їхня кількість сягала 7,2–9,1 млн КУО/г ґрунту. Це дає підстави вважати, що сільськогосподарські культури своїми метаболітами здатні впливати на кількісний склад патогенної мікрофлори. Також високою чисельністю характеризувалися оліготрофні та гуматрозкладаючі групи мікроміцетів у фазі кушення, де їхня кількість у середньому становила під посівами пшениці озимої – 3,2 млн КУО/г ґрунту, вівса – 2,8 млн КУО/г ґрунту та жита – 2,8 млн КУО/г ґрунту. Це свідчить про вичерпання запасів легкодоступних поживних елементів і посилення гуміфікаційних процесів. До кінця вегетаційного періоду їхня кількість зменшилася у 1,5 рази. У той же час підвищилася кількість педотрофних груп мікроміцетів, що свідчить про збільшення органічної речовини у ґрунті. Їхня кількість становила на пшениці – 2,7–3,6 млн КУО/г ґрунту, вівса – 2,8–3,9 млн КУО/г ґрунту і жита – 2,2–3,1 млн КУО/г ґрунту. Також протягом онтогенезу сільськогосподарських рослин зростає кількість амілолітичних та целюлозолітичних груп мікроміцетів, що свідчить про

наявність органічної речовини у ґрунті, яка зростає протягом вегетаційного періоду.

Слід зазначити, що дослідні ділянки, для яких характерний чорнозем типовий, є більш стійкою і зрівноваженою структурою мікробіоценозу ґрунту, ніж малородючі дерново-підзолисті ґрунти.

На базі стаціонарних польових дослідів, розташованих на дослідній станції Інституту овочівництва і баштанництва, для якої характерний чорнозем середньопотужний і малопотужний вилугований, середньосуглинковий, було визначено чисельність мікроміцетів ґрунту основних еколого-трофічних груп протягом онтогенезу різних сортів цибулі ріпчастої. Протягом онтогенезу цибулі ріпчастої використовували змішану систему удобрення і захисту посівів, де використовували протруйники, фунгіциди, гербіциди хімічного та біологічного походження. Для порівняння було обрано гострі сорти з жовтозабарвленими сухими лусками (Ткаченківська, Любчик) та напівгострі сорти з фіолетовозабарвленими сухими лусками (Мавка, Амфора).

Протягом вегетаційного періоду спостерігали збільшення чисельності усіх еколого-трофічних груп у фазу формування цибулини, де гідротермічний коефіцієнт був 1,5, що свідчить про високе вологозабезпечення. У фазу дозрівання чисельність мікроміцетів майже не зростає, гідротермічний коефіцієнт становить 0,4, що свідчить про сильну посуху в даний період розвитку культури (рис. 4).

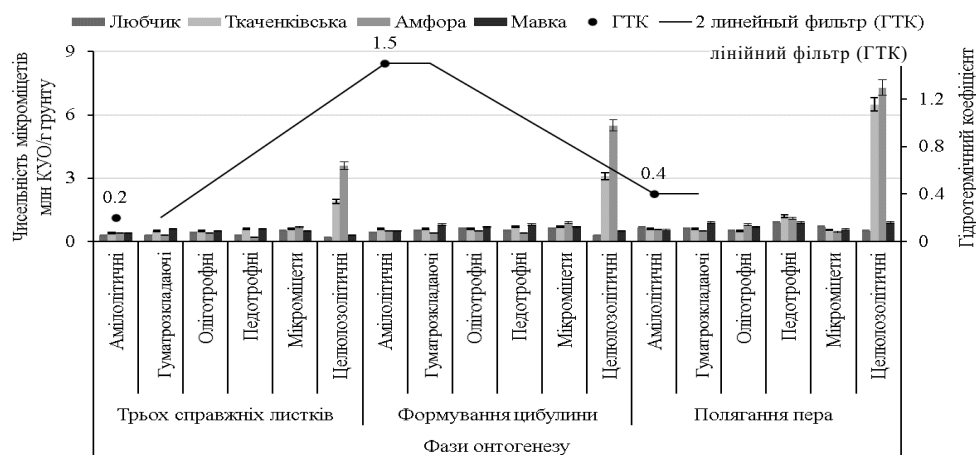


Рис. 4. Чисельність мікроміцетів ґрунту під час онтогенезу цибулі ріпчастої на дослідній станції Інституту овочівництва і баштанництва (Харківська обл.)

Високою чисельністю, порівняно з іншими, характеризувалися педотрофні та гуматрозкладаючі еколого-трофічні групи. Це свідчить, що ґрунт під посівами цибулі ріпчастої містив достатню кількість органічної речовини.

Слід відмітити целюзолітичну групу мікроміцетів, яка, незважаючи на зниження гідротермічного коефіцієнта, зростала до кінця вегетаційного періоду культури. Слід відзначити, що ризосферний ґрунт у фазу полягання пера під посівами гострих сортів цибулі ріпчастої (Любчик, Ткаченківська) містив меншу кількість целюзолітичних мікроміцетів (0,5–6,51 млн КУО/г ґрунту), тоді як під посівом напівгострих сортів – Мавка й Амфора – їхня кількість зростала і становила 0,9–7,351 млн КУО/г ґрунту. Целюзолітичні мікроорганізми, розкладаючи целюлозу, виділяють у середовище певні ферменти, що сприяє утворенню гумусових речовин із продуктів розщеплення клітковини.

Ці речовини споживають інші представники біоценозу ґрунту. Значна роль у цьому процесі належить грибам, у тому числі сапротрофним представникам родів *Trichoderma*, *Chaetomium*, *Dicoccum*, *Stachybotrys*, *Penicillium* і *Aspergillus*, *Alternaria*. Тому високий рівень целюлозоруйнівних грибів обумовлює підвищення розвитку педотрофної еколого-трофічної групи у фазу полягання пера.

Незначну частку мікобіоти ризосферного ґрунту під посівами цибулі ріпчастої становила амілолітична еколого-трофічна група (0,3–0,66 млн КУО/г ґрунту), яка, за наявності ферментів, здатна розкласти складні полісахариди, що найчастіше наявні в рослинах. Тому дана група міксоміцетів, як і целюлозоруйнівні гриби, здатна уражувати рослини.

Найвищий розвиток мікроміцетів спостерігали у фазу формування цибулини 0,6–0,7 млн КУО/г ґрунту під посівами гострих сортів та 0,7–0,9 млн КУО/г ґрунту в ризосферному ґрунті напівгострих сортів цибулі ріпчастої. Це обумовлено достатньою зволоженістю й оптимальним температурним режимом (ГТК – 1,5) для розвитку мікофлори. Наприкінці вегетації спостерігали зниження чисельності даної еколого-трофічної групи 0,45–0,58 млн КУО/г ґрунту. Виняток становив гострий сорт Любчик, у ризосферному ґрунті якого, незважаючи на посуху, спостерігали підвищення чисельності мікроміцетів – 0,71 млн КУО/г ґрунту. Отже, ґрунтова мікрофлора відіграє важливу роль у генезисі ґрунту, завдяки їй ґрунт набуває структури та відповідних особливостей, притаманних живій системі.

1. На основі проведених досліджень ми дійшли висновку, що у період онтогенезу рослин у Київській, Чернігівській і Харківській обл. спостерігали збільшення чисельності усіх еколого-трофічних груп у фазу цвітіння, де гідротермічний коефіцієнт був вищий 1, що свідчить про високе вологозабезпечення.

2. Дослідні ділянки, які розташовані у Сквирській дослідній станції органічного виробництва (Київська обл.), Носівській селекційно-дослідній станції (Чернігівська обл.), Інституті овочівництва і баштанництва (Харківська обл.), де переважали чорноземні ґрунти, характеризувалися більшою кількістю еколого-трофічних груп, ніж малородючі дерново-підзолисті ґрунти на приватному господарстві органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В. (Чернігівська обл.), де їхня чисельність була майже удвічі нижчою.

3. Мікобіота ґрунту різнилася залежно від технології вирощування та системи удобрення і захисту сільськогосподарських рослин. На полях Носівської дослідної станції за змішаної технології вирощування ґрунт під посівом озимої пшениці, жита й вівса характеризувався найбільшою кількістю педотрофних мікроміцетів. Ризосферний ґрунт на полях Сквирської дослідної станції під посів ярого ячменю та пшениці озимої за традиційною й органічною технологіями характеризувався більшою кількістю патогенних мікроміцетів. За традиційної технології вирощування високою чисельністю характеризувалися педотрофні групи мікроміцетів, а за органічної технології вирощування їхня кількість була трохи нижчою у фазі кушення, але у фазі дозрівання зростала майже в 1,5 рази. Істотно зростали гуматрозкладаючі, амілолітичні, целюлозолітичні групи, де їхній кількісний склад був у 1,5 рази вищим порівняно з органічною технологією, що свідчить про активне застосування добрив. На полях Інституту овочівництва та баштанництва характерна висока чисельність целюлозолітичної групи мікроміцетів, яка, незважаючи на зниження гідротермічного коефіцієнта, зростала до кінця вегетаційного періоду. На полях приватного господарства органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В. у ризосферному ґрунті сільськогосподарських культур спостерігали суттєве зростання

чисельності патогенних, оліготрофних і гуматрозкладаючих груп мікроміцетів. Це свідчить про вичерпання запасів легкодоступних поживних елементів і посилення гуміфікаційних процесів. До кінця вегетаційного періоду їхня кількість зменшилась у 1,5 рази. Водночас підвищилась кількість педотрофних груп мікроміцетів.

4. Кореневі екзометаболіти сільськогосподарських рослин здатні впливати своїми фізіолого-біохімічними речовинами на чисельність мікроміцетів у ґрунті. Мікроорганізми завдяки фізіологічним і генетичним особливостям швидко реагують на зміну якості середовища і дію стресових факторів (збільшення або зменшення поживних речовин у ґрунті). У зв'язку з цим їх можна використовувати для оцінювання ступеня і характеру забруднення ґрунтового середовища. Тому взаємодія між рослинами і мікроміцетами – динамічний процес, у якому важливе значення відіграє гідротермічний коефіцієнт під час вегетаційного періоду, тип ґрунту, система удобрення культур і технології вирощування їх та коренева система сільськогосподарської рослини, яка впливає на формування ґрунтового мікобіому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Андреюк К. І., Валагурова Е. В.* Основы экологии почвенных микроорганизмов. К.: Наук. думка, 1992. 223 с.
2. *Демченко М. М.* Ризосферные микроорганизмы в системе почва-растение. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса //Агрономия и лесное хозяйство. 2008. С. 34–37.
3. *Добровольский Г. В., Никитин Е. Д.* Экология почв. М.: Изд-во МГУ, 2006. 368 с.
4. *Звягинцев Д. Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
5. *Гутинська Г. О.* Ґрунтова мікробіологія: навч. посіб. К.: Арістей, 2006. 284 с.
6. *Коваль Є. З., Руденко А. В., Волощук Н. М.* Пеницилли: руководство по идентификации 132 видов (редуцентов, деструкторов, патогенов, продуцентов) / Л. Д. Варбанець (ред.). К.: Национальный исследовательский научно-реставрационный центр Украины, 2016. 408 с.
7. *Мекіч М. З., Джура Н. М., Терек О. І.* Функціональне і прикладне значення біологічної активності ґрунту // Біологічні студії. 2013. Т. 7. № 3. С. 247–258.
8. *Мирчинк Т. Г.* Почвенная микология: уч. пособ. М.: Изд-во МГУ, 1988. 220 с.
9. *Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М.* Практикум по микробиологии. М.: ИЦ «Академия», 2005. 608 с.
10. *Патика Н. В., Патика В. Ф.* Сучасні проблеми біорізноманіття // Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 76. С. 10–109.
11. *Терновий Ю., Гавлюк В., Парфенюк А.* Екологічно безпечні агротехнології // Агроекологічний журнал. 2018. 4. С. 50–58.
12. Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище: ДСТУ 7847:2015. [Чинний від 2016.07.01]. К.: ДП «УкрНДНЦ». 2015. III. 15 с. (Національний стандарт України).
13. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. [Чинний від 2005.07.01]. К.: Держспоживстандарт України. 2005. 9 с. (Національний стандарт України).
14. *Aislabie J. A.* Soil microbes and their contribution to soil services. Ecosystem services in New Zealand – condition sand trends // New Zealand: Manaaki Whenua Press. 2013. P. 143–161.
15. *Bruinsma M., Kowalchuk G. A., Veen J. A.* Effects of genetically modified plants on microbial

- communities and processes in soil // *Biology and Fertility of Soils*. 2003. Vol. 37. N 6. P. 329–337. <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0613-6>
16. *Colin K. C., Elizabeth M. J., David W. W.* Identification of pathogenic fungi, 2nd Edition. In: David W. (Ed.), Health Protection Agency. Wiley-Blackwell. USA, 2013. 352 p.
 17. *Demyanyuk O. S., Patyka V. P., Sherstoboeva O. V., Bunas A. A.* Formation of the structure of microbiocenoses of soils of agroecosystems depending on trophic and hydrothermal factors // *Biosystems Diversity*. 2018. Vol. 26. N 2. P. 103–110. doi:10.15421/011816
 18. *Guaro J., Gene J., Stchigel M., Figueras A.* Atlas of soil Ascomycetes. In: Samson, A. (Ed.), Universitat. Roviro I Vigili. Reus Spain, 2012. 486 p.
 19. *Hardoim P. R., van Overbeek L. S., Berg G.* The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes // *Microb. Mol. Biol.* 2015. Vol. 79. N 3. P. 293–320. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00050-14>
 20. *Mendes R., Garbeva P., Raaijmakers J.* The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial plant pathogenic and human pathogenic microorganisms // *FEMS Microbiol. Rev.* 2013. Vol. 37. N 5. P. 634–663. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12028>
 21. *Nannipieri P.* Microbial diversity and soil functions // *Eur. J. Soil Sci.* 2003. P. 655–670. <https://doi.org/10.1046/j.1351-0754.2003.0556.x>
 22. *Pandey S. N.* Diversity, functions, and stress responses of soil microorganisms. Plant microbiome: Stress response // *Microorganisms for Sustainability*. 5. 2018. P. 1–19. <http://doi.org/10.1007/978-981-10-5514-01>
 23. *Romero-Olivares A. L., Allison S. D., Treseder K. K.* Soil microbes and their response to experimental warming over time: A meta-analysis of field studies // *Soil Biol. Biochem.* 2017. P. 32–40. <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.12.026>
 24. *Tsuneo W.* Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species, third edition. Boca Raton, 2010. 426 p. doi:<https://doi.org/10.1201/EBK1439804193>

Стаття надійшла до редакції 11.01.22

доопрацьована 07.04.22

прийнята до друку 10.05.22

**INFLUENCE OF DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES
ON THE NUMBER OF MAIN ECOLOGICAL AND TROPHIC GROUPS****I. Beznosko¹, T. Gorgan¹, I. Mosiychuk¹, O. Buniak², Yu. Ternoviy³***¹Institute of Agroecology and Environmental Management, NAAS
12, Metrologichna St., Kyiv 03143, Ukraine**²Nosiv Selection and Research Station of the Myronivka Institute Wheat named
V.M. Remesla, NAAS**1, Myru St., village Doslidne, Chernihiv 17131, Ukraine**³Skvyra Research Station of Organic Production of the Institute of Agroecology
and Nature Management, NAAS**Selection St., region Skvyra, Kyiv 09000, Ukraine**e-mail: beznoskoirina@gmail.com*

During 2021 on the basis of stationary field experiments, which are located in of the Skvyra Research Station of Organic Production (Kyiv region), the Nosivka selection research station (Chernihiv region), the Institute of Vegetable and Melon NAAS (Kharkiv regions) and in a private farm of organic production FOP Shanoilo (Chernihiv region) were studied of the quantitative composition of soil micromycetes under different agricultural crops: winter wheat, oats, rye, barley and onions. The research was conducted on different cultivation technologies: traditional, organic and mixed.

Weather conditions during the research vegetation period differed for agrometeorological indicators. The characteristic feature was a contrast of differences in air temperature and unequal distribution of rainfall, which affected the composition of the soil mycobiocenosis. The vegetation period of 2021 in Kyiv region was characterized by sufficiently moist (HTC 1,7), and in Chernihiv and Kharkiv regions drought prevailed (HTC 0,6). Adverse weather conditions such as drought and waterlogging of the soil contributed to changes in the number of mycobiomes of the studied soils. Mycobiota are integral homeostatic components that affect what determines its important functions and the possibility of a continuous cycle substances.

It is shown that cultivation technologies depending on the system of fertilizer and crop protection affect the formation of soil mycobiome. The of stationary field experiments that characterized by typical chernozem are more stable and balanced structure of soil microbiocenosis than low-fertile sod-podzolic soils, where the number of major ecological and trophic groups of micromycetes under different crops was twice as lower.

It was found that each plant variety has a specific mycobiome of the rhizosphere, depending on the available soil group. It is determined that the number of major ecological and trophic groups inhabiting the rhizosphere of different crops depends from phase development of plant, soil and climatic conditions, soil type, fertilizer system and the cultivation technology and type of crops.

Keywords: soil mycobiota, crops, number, ecological and trophic groups of micromycetes