

УДК 631.461

Дія органо-мінерального мікродобрива як засобу послаблення негативного впливу гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми¹

А.Б. Рокитянський

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 09.06.2019 Отримано після доопрацювання 03.07.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019</p>	<p>Метою роботи було показати можливість зменшення негативного впливу гербіцидів різного класу небезпечності на основні еколого-трофічні групи мікроорганізмів (мікроорганізми, що мобілізують органічні та мінеральні форми азоту, актиноміцети, оліготрофи, олігонітрофільні та асоціативні азотфіксувальні мікроорганізми, мікроскопічні гриби, мікроорганізми, що мобілізують органічні та мінеральні форми фосфору) у чорноземі опідзоленому, за сукупного застосування гербіцидів з елементами біологізації землеробства. Встановлено, що за допомогою різних способів застосування органо-мінерального мікродобрива (одночасна обробка гербіцидом та мікродобривом або обробка ґрунту гербіцидом з наступною обробкою мікродобривом кукурудзи по листу) разом з гербіцидами (прометрин III клас небезпечності та ацетохлор II клас небезпечності), можливо зменшити негативний вплив діючих речовин гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми. Встановлено, що за окремого застосування гербіцидів відбувається як стимулювання окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів, так і їх пригнічення. Так, застосування гербіциду з діючою речовиною прометрин викликає зростання впродовж вегетації чисельності мікроорганізмів, що мобілізують органічні та мінеральні форми азоту а також актиноміцетів, а застосування гербіциду з діючою речовиною ацетохлор викликає зменшення їх чисельності. По-іншому гербіциди впливають на мікроорганізми, що мобілізують органічні та мінеральні форми фосфору: ацетохлор стимулює зростання чисельності мікроорганізмів цих еколого-трофічних груп, а прометрин, навпаки, пригнічує. Застосування з гербіцидами органо-мінерального мікродобрива, як правило, на початку вегетації призводить до пригнічення мікрофлори чорнозему опідзоленого, але впродовж вегетації на цих варіантах спостерігається значна активність мікрофлори. За одночасного застосування гербіцидів, що містять ацетохлор та органо-мінерального мікродобрива, а також при застосуванні гербіциду з діючою речовиною прометрин та наступною обробкою мікродобривом по листу кукурудзи збільшується біогенність чорнозему опідзоленого та підвищується врожай <i>Zea mays</i> L., про що свідчать розраховані коефіцієнти оліготрофності, мінералізації, олігонітрофільності та показник мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту.</p>
<p><i>Ключові слова:</i></p> <p>ацетохлор; гербіцид; ґрунтові мікроорганізми; діюча речовина; прометрин; чорнозем опідзолений; <i>Zea mays</i> L.</p>	

E-mail: artemborisovichro@gmail.com

Форма цитування: Рокитянський А.Б. Дія органо-мінерального мікродобрива як засобу послаблення негативного впливу гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми. *Агрехімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського». 2019. С. 128-136. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-18>.

1. Вступ

За інтенсивної технології вирощування *Zea mays* L. у сучасному сільському господарстві використовують велику кількість хімічних засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, які застосовують інтегровано, залежно від фази росту і розвитку с.-г. рослин. Значну частину цих ксенобіотиків становлять саме гербіциди – засоби для боротьби з бур'янами, які містять різноманітні синтетичні сполуки, що вільно не зустрічаються в природі [1, 2]. Окрім знищення небажаної рослинності, гербіциди, безумовно, впливають на мікробні угруповання ґрунту – пригнічують їх життєдіяльність або навіть призводять до загибелі чи трансформації [3, 4].

Мікробіологічний комплекс ґрунту здебільшого представлений бактеріями та мікроскопічними грибами, які продукують велике різноманіття ферментів, що беруть участь у розкладанні органічних речовин. Крім того ґрунтові мікроорганізми здатні мобілізувати поживні речовини мінеральних сполук і зробити їх доступними для рослин. Загальна ферментативна активність ґрунту прямо залежить від стану життєдіяльності його мікробіологічного комплексу, отже зниження активності ґрунтової мікрофлори відображається на ферментативній активності ґрунту. Оскільки велику роль у родючості ґрунтів відіграють саме ґрунтові мікроорганізми та їхні метаболіти (ферменти), то пригнічення їх розвитку призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур [4, 5, 6].

¹ Науковий керівник – канд. біол. н., с.н.с. О.І. Старченко

Використання гербіцидів безумовно спричинює порушення рівноваги між різними еколого-трофічними групами ґрунтових мікроорганізмів. Діючі речовини гербіцидів, як хімічні сполуки з високою активністю, можуть впливати прямо або опосередковано на мікробіологічні процеси, що протікають у ґрунті незалежно від норми, строків та способу застосування. Проте послаблення хімічного навантаження на ґрунтові мікроорганізми та агробіоценоз в цілому можна досягти за допомогою елементів біологізації землеробства, наприклад, за допомогою застосування органо-мінеральних мікродобрив, біопрепаратів тощо [5, 7, 8].

Мета нашої роботи – дослідити зміни мікробного ценозу чорнозему опідзоленого, що відбуваються під дією сукупного застосування гербіцидів та органо-мінерального мікродобрива.

2. Об'єкти (матеріали) і методи досліджень

У 2014 р. було закладено мікропольовий дослід на території ДП ДГ «Слобожанське дослідне поле» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (сmt Коротич, Харківський р-н., Харківської обл.). Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Досліджували дію двох гербіцидів різного класу небезпечності та органо-мінерального мікродобрива, внесених у ґрунт у посівах кукурудзи (гібрид) *Zea mays* L.

Гербіцид III-го класу небезпечності – Гезагард 500 FW к.с. – ґрунтовий гербіцид селективної дії для боротьби з дводольними та злаковими бур'янами на посівах: кукурудзи, сої, соняшнику та ін. Діюча речовина – прометрин (500 г/л), хімічний клас – триазини. Норма внесення 2,0–5,0 л/га. Спосіб внесення обприскування ґрунту до висівання, під час висівання, до появи сходів, захисна дія 10–12 тижнів [9].

Гербіцид II-го класу небезпечності – Трофі 90 ЕС к.е – селективний ґрунтовий гербіцид для захисту кукурудзи, соняшника та сої від однорічних злакових та дводольних бур'янів. Діюча речовина – ацетохлор, 900 г/л, хімічна група – хлорацетоміди. Норма внесення 1,5 – 2,5 л/га. Препарат застосовують до або після сівби. Захисна дія препарату триває 8-10 тижнів; препарат знищує бур'яни в момент їх проростання [10].

Органо-мінеральне мікродобриво *Humin plus* – у формі водної суспензії, виготовлене з екологічно чистого сапропелю та торфу (німецька заявка на патент №10 2012 100 315.7). *Humin plus* містить мікроелементи та стимулюючі речовини, необхідні рослинам у збалансованих пропорціях: K_2O , ≥ 16 г/л; P_2O_5 , ≥ 9 г/л; N, ≥ 8 г/л; Mn, $\geq 2,5$ мг/л; Zn, $\geq 0,9$ мг/л; B, $\geq 0,8$ мг/л; Cu, $\geq 0,5$ мг/л; Mo, $\geq 0,5$ мг/л; Co, $\geq 0,3$ мг/л. Водневий показник рН мікродобрива становить 6,0-8,5.

Норми внесення препарату: передпосівна обробка ґрунту – препарат розводиться водою 1:500 (500 л робочого розчину на 1 га або 50 мл/м²); обприскування препаратом листової поверхні – препарат розводиться водою 1:1000 (300-500 л робочого розчину на 1 га або 30-50 мл/м²) [11].

Кукурудза «Елегія МВ» – простий модифікований гібрид, отриманий у 2005 році в Іванівському районі Одеської області. Вегетативний період 109-112 діб, урожайність – 68-74 ц/га; висота рослин – 205-222 см; маса тисячі зерен – 290-300 г. Сорт стійкий до полягання та посухостійкий; рекомендовано вирощувати як на зерно, так і на силос в зонах Лісостепу та Полісся [12].

Схема досліду включає 7 варіантів: 1 – Контроль (без внесення гербіцидів та мікродобрива); 2 – Гербіцид III-го класу; 3 – Гербіцид II-го класу; 4 – Гербіцид III-го класу + одночасне внесення мікродобрива; 5 – Гербіцид II-го класу + одночасне внесення мікродобрива; 6 – Гербіцид III-го класу + обробка мікродобривом по листу; 7 – Гербіцид II-го класу + обробка мікродобривом по листу.

Проби ґрунту для мікробіологічних досліджень було відібрано в два строки – на початку вегетації кукурудзи (у фазу розвитку 3-го – 5-го листків) і наприкінці вегетації (у фазу воскової стиглості зерна). Визначення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів здійснювали методом мікробіологічного посіву ґрунтової суспензії відповідного розведення на тверді живильні середовища [13]: м'ясо-пептоновий агар (МПА) для визначення органотрофних бактерій; крохмально-амонійний агар (КАА) – мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук і актиноміцетів; середовище Ріхтера – мікроскопічних грибів; голодний агар (ГА) – оліготрофних мікроорганізмів; середовище Доберейнер та Ешбі – асоціативних азотфіксаторів; середовище Муромцева – мікроорганізмів, що мобілізують мінеральні фосфати; середовище Менкіної – мікроорганізмів, що мобілізують органічні фосфати [14].

Розрахункові показники, зокрема мінералізації, оліготрофності, евтрофності та олігонітрофільності, які характеризують напругу мінералізаційних процесів і трофічний режим ґрунту, визначали за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів [15], інтегрований показник біогенності ґрунту (ІПБ) – за методикою на основі розрахунку сумарного біологічного показника за Дж. Ацці [16].

Отримані в результаті досліджень дані були статистично оброблені за методом дисперсійного аналізу у програмі STATISTICA 6.0.

3. Результати досліджень та їх обговорення

Відомо, що чисельність ґрунтових мікроорганізмів коливається протягом року, і залежить від багатьох абіотичних факторів: температура, вологість, газовий склад, рН, вміст поживних речовин тощо [4]. Також на коливання чисельності мікроорганізмів впливає с-г. діяльність людини, це внесення органічних та мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин, мікроелементів, біопрепаратів тощо, що своєю чергою може призводити до збільшення, чи зменшення чисельності ґрунтових мікроорганізмів. Так застосування гербіцидів, може пригнічувати життєдіяльність одних мікроорганізмів і стимулювати інших [3, 4, 7].

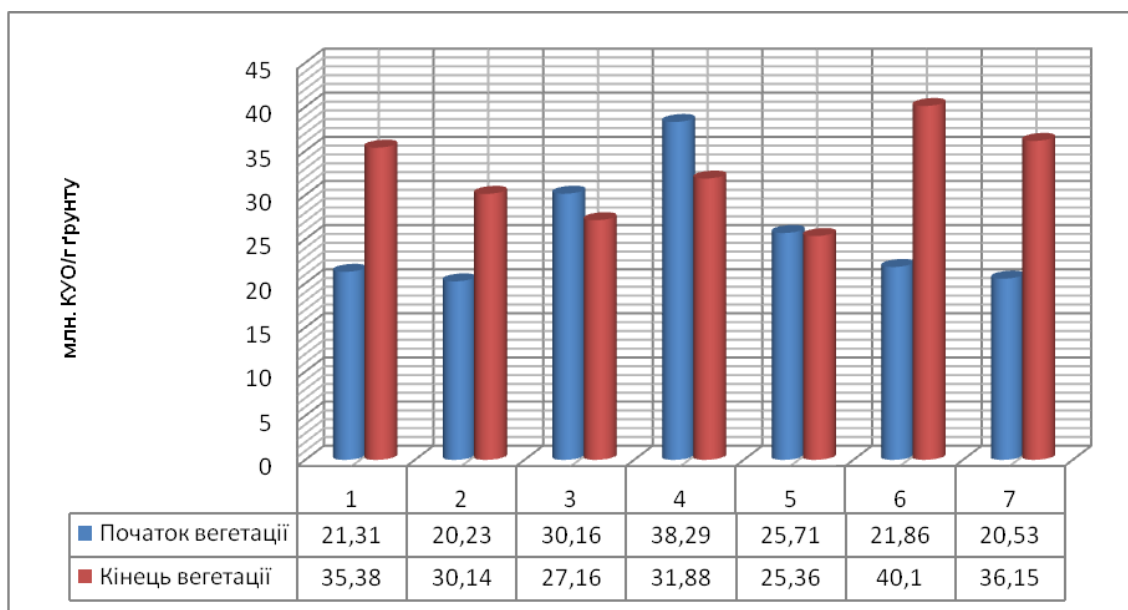
Ми дослідили вплив діючих речовин гербіцидів таких, як ацетохлор і прометрин, та шляхи зменшення їх негативного впливу на основні еколого-трофічні групи мікроорганізмів, мікробні ценози чорнозему опідзоленого.

Мікроорганізми, що мобілізують органічні форми азоту. В результаті досліджень було виявлено, що чисельність мікроорганізмів, які засвоюють органічні форми азоту (органотрофи), значно змінюється впродовж вегетації *Zea mays L.* На початку вегетації відмічалось зниження чисельності органотрофів на більшості варіантів в межах 0,82-8,08 КУО/г ґрунту, що відповідає 7-61 %, крім варіантів 2 і 3, де було застосовано гербіциди без мікродобрива. На цих варіантах спостерігалось збільшення чисельності мікроорганізмів даної групи, особливо на варіанті, який оброблено ацетохлором, де збільшення органотрофів сягало 22 % порівняно з контролем. Проте вже наприкінці вегетації кукурудзи на цьому варіанті відмічається зниження чисельності органотрофів майже вдвічі порівняно з контролем, що свідчить про негативну дію ацетохлору на органотрофні мікроорганізми, в той час, як окреме застосування прометрину суттєво не впливає на чисельність мікроорганізмів даної групи, яка протягом вегетації знаходиться в межах найменшої істотної різниці ($НІР_{0,05}$).

В цілому застосування гербіциду III-го класу небезпечності з діючою речовиною прометрин, не чинить значного негативного впливу на мікроорганізми, що засвоюють органічні форми азоту, а застосування гербіциду з мікродобривом (обробка по листу) призводить до підвищення чисельності органотрофів чорнозему опідзоленого, в той час, як застосування гербіциду II-го класу небезпечності з діючою речовиною ацетохлор зменшує їхню чисельність, і обробка мікродобривом до суттєвих змін не призводить [18].

Мікроорганізми, що мобілізують мінеральні форми азоту. Серед мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту, на початку вегетації суттєвих змін не спостерігається крім варіантів, де поряд з гербіцидами одночасно застосовано органо-мінеральне мікродобриво. Так на 4-му та 5-му варіанті спостерігається зростання чисельності мікроорганізмів даної групи на 16,9 млн та 4,4 млн КУО/г ґрунту, що дорівнює 79 % та 20 % відповідно, від рівня контролю. Також збільшення чисельності мікроорганізмів відмічається на варіанті, де ґрунт окремо оброблено гербіцидом з діючою речовиною ацетохлор (Рис. 1).

Наприкінці вегетації кукурудзи, навпаки, відмічається незначне зниження чисельності мікроорганізмів на 3,9-10,0 млн КУО/г ґрунту, лише на 6-му та 7-му варіантах, які спочатку оброблені ґрунтовими гербіцидами, а після сходів кукурудзи – органо-мінеральним мікродобривом по листу, відмічається зростання чисельності мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту. Отже органо-мінеральне мікродобриво (незалежно від форми застосування) з прометрином стимулює збільшення чисельності мікроорганізмів даної групи, а при застосуванні мікродобрива з ацетохлором, стимулювання мікроорганізмів спостерігається лише на 7-му варіанті, який спочатку оброблений гербіцидом II-го класу небезпечності, а потім оброблений мікродобривом по листу *Zea mays L.*



Варіанти досліду: 1 – Контроль (без гербіцидів і мікродобрива); 2 – Гербіцид III класу; 3 – Гербіцид II класу; 4 – Гербіцид III класу + мікродобриво у ґрунт; 5 – Гербіцид II класу + мікродобриво у ґрунт; 6 – Гербіцид III класу + мікродобриво по листу; 7 – Гербіцид II класу + мікродобриво по листу.

Рис. 1. Зміна чисельності мікроорганізмів, що засвоюють азот мінеральних сполук, під впливом застосування гербіцидів та органо-мінерального мікродобрива

Актиноміцети. Протягом вегетації на контролі чисельність актиноміцетів не змінюється, проте на дослідних варіантах відмічаються певні коливання. На початку вегетації спостерігається зменшення чисельності актиноміцетів від 38 до 52 % на варіантах, де ґрунт оброблено гербіцидами, а листя кукурудзи – органо-мінеральним мікродобривом, а вже наприкінці вегетації чисельність актиноміцетів відновлюється до рівня контролю, або перевищує його.

Одночасне застосування гербіциду III-го класу небезпечності з діючою речовиною прометрин сукупно з органо-мінеральним мікродобривом на чисельність актиноміцетів майже не впливає; збільшення їхньої чисельності протягом вегетації знаходиться в межах $HP_{0,05}$. В той час як застосування гербіциду II-го класу небезпечності з діючою речовиною ацетохлор сукупно з органо-мінеральним мікродобривом, впродовж вегетації призводить до значного зменшення чисельності актиноміцетів чорнозему опідзоленого, так, на початку вегетації їхня чисельність менша від контролю на 5,97 млн КУО/г ґрунту, або на 48 %, наприкінці вегетації чисельність трохи збільшується, але також менше від контролю на 4,22 млн КУО/г ґрунту, або на 36 % [17,18].

Окреме застосування гербіцидів по-різному впливає на активність актиноміцетів, так гербіцид з діючою речовиною ацетохлор призводить до зменшення чисельності актиноміцетів наприкінці вегетації кукурудзи, в той час як на початку майже не впливає на їх чисельність, а при застосуванні прометрину, відбувається протилежна тенденція – зменшення чисельності на початку вегетації, та її відновлення наприкінці.

Отже, застосування прометрину з органо-мінеральним мікродобривом призводить до збільшення чисельності актиноміцетів чорнозему опідзолненого, в той час як застосування ацетохлору, навпаки, призводить до пригнічення актиноміцетів [19].

Олігонітрофільні мікроорганізми. Окреме застосування ґрунтових гербіцидів, майже не впливає на чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів чорнозему опідзолненого протягом вегетації кукурудзи, відхилення від контроль становить 0,31-1,88 млн КУО/г ґрунту, що знаходиться в межах $HP_{0,05}$. Застосування органо-мінерального мікродобрива з гербіцидами призводить до зростання чисельності олігонітрофілів наприкінці вегетації рослин кукурудзи, особливо суттєві зміни спостерігаються на 4-му та 6-му варіанті, де застосовано прометрин з мікродобривом, так чисельність мікроорганізмів на цих варіантах зросла на 37 та 74 % відповідно. Також збільшення чисельності олігонітрофільних мікроорганізмів на 4,68 – 6,86 млн КУО/г ґрунту протягом вегетації спостерігається на варіанті, де одночасно з ацетохлором застосовано мікродобриво. Але на початку вегетації кукурудзи, на цих варіантах відмічалось зниження

кількості олігонітрофільних мікроорганізмів удвічі порівняно з контролем.

Отже в кінці вегетації *Zea mays L.* відмічається збільшення чисельності олігонітрофільних мікроорганізмів за сукупної обробки чорнозему опідзоленого гербіцидами різного класу небезпеки з органо-мінеральним мікродобривом, незалежно від способу застосування останнього.

Асоціативні азотфіксувальні мікроорганізми. Застосування гербіцидів разом з мікродобривом, одночасно чи послідовно призводить до зниження чисельності асоціативних азотфіксувальних мікроорганізмів на початку вегетації *Zea mays L.* від 4,09 до 8,88 млн КУО / г ґрунту, лише на 4-му варіанті, який оброблено прометрином та мікродобривом, їхня чисельність залишилась на рівні контролю. Слід зазначити, що за окремого застосування ґрунтових гербіцидів чисельність азотфіксаторів зменшується лише на 1,91–4,00 млн КУО/г ґрунту.

Під кінець вегетації на варіантах, де поряд з гербіцидами застосовувалось органо-мінеральне мікродобриво, спостерігається збільшення чисельності асоціативних азотфіксувальних мікроорганізмів до рівня контролю, окрім 6-го варіанту, де їхня чисельність перевищувала контроль на 35 % або 3,88 млн КУО / г ґрунту. Також збільшення чисельності цієї групи мікроорганізмів в кінці вегетації спостерігалось за окремого застосування гербіциду з діючою речовиною ацетохлор.

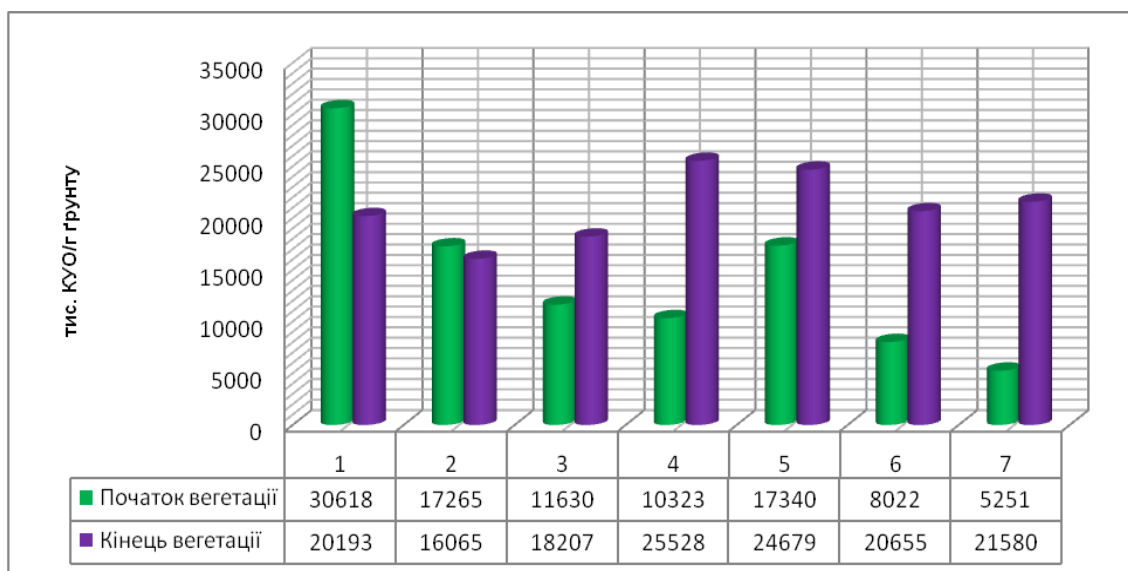
Застосування гербіциду II-го класу небезпечності одночасно з мікродобривом негативно позначається на чисельності мікроорганізмів, а застосування гербіциду III-го класу небезпечності з мікродобривом, навпаки, стимулює розвиток асоціативних азотфіксаторів, особливо при обробці кукурудзи по листу.

Денітрифікувальні мікроорганізми. На початку вегетації на всіх варіантах спостерігається зменшення чисельності денітрифікувальних мікроорганізмів на 38-69 % і тільки на варіанті, де одночасно з прометрином застосовано органо-мінеральне мікродобриво, чисельність денітрифікаторів знаходиться на рівні контролю. Наприкінці вегетації *Zea mays L.* на варіантах, які окремо оброблені гербіцидами та на 5-му варіанті, де також застосовувався ацетохлор, чисельність денітрифікувальних мікроорганізмів дещо нижче від контролю, натомість на інших варіантах, де застосовувалось органо-мінеральне мікродобриво, спостерігається зменшення мікроорганізмів даної групи в 3 рази залежно від варіанту. Оскільки денітрифікувальні бактерії призводять до втрати азоту в ґрунті, то застосування поряд з гербіцидом III-го класу небезпеки органо-мінерального мікродобрива, незалежно від форми застосування, дозволяє нейтралізувати це негативне явище.

Оліготрофні мікроорганізми. За окремого застосування гербіцидів з діючою речовиною прометрин та ацетохлор на початку вегетації *Zea mays L.* спостерігається збільшення чисельності оліготрофної мікрофлори на 22 та 66 %, або на 1,19 і 3,50 млн КУО / г ґрунту відповідно. А вже під кінець вегетації чисельність оліготрофів майже зрівнюється з контролем і знаходиться в межах $HP_{0,05}$. За застосування гербіцидів та обробки кукурудзи мікродобривом по листу спостерігається протилежна ситуація – на початку вегетації зменшення оліготрофів на 2,20–2,55 млн КУО / г ґрунту, а наприкінці вегетації відмічається збільшення чисельності мікроорганізмів даної групи, особливо на 6-му варіанті, на 52 % відносно контролю. За одночасного застосування гербіцидів з мікродобривами вони ведуть себе по різному, так прометрин призводить до підвищення вмісту оліготрофів протягом вегетації на 9-27 %, а застосування ацетохлору, навпаки, – до зменшення числа мікроорганізмів даної групи на 12-19 % відносно контролю.

Загалом при застосуванні гербіциду II класу небезпечності з мікродобривом чисельність оліготрофних мікроорганізмів менша, ніж при застосуванні мікродобрива з гербіцидом III класу небезпеки, але при окремому застосуванні гербіцидів спостерігається протилежна ситуація. Тобто, мікродобриво дозволяє нівелювати негативний процес зростання чисельності оліготрофів під впливом гербіцидів.

Мікроскопічні гриби. На початку вегетації, на варіантах, які оброблені гербіцидами з органо-мінеральним мікродобривом одночасно чи по листу, спостерігається значне зменшення чисельності мікроскопічних грибів, особливо на 6-му та 7-му варіантах (до 74 і 82 % порівняно з контролем) (Рис. 2). Варіанти, які оброблені окремо гербіцидами, також характеризуються, низькою чисельністю мікроскопічних грибів, але під кінець вегетації, на цих варіантах відмічається зростання чисельності грибної мікрофлори, порівняно з початком, проте чисельність грибів залишається меншою від контролю на 10-20 %. На 6-му та 7-му варіантах, які оброблені гербіцидами та мікродобривом по листу, чисельність грибної мікрофлори змінилася в межах $HP_{0,05}$, а на варіантах, які одночасно оброблені і гербіцидом і органо-мінеральним мікродобривом – зросла на 22-26 % порівняно з контролем.



Варіанти досліді: 1 – Контроль (без гербіцидів і мікродобрива); 2 – Гербіцид III класу; 3 – Гербіцид II класу; 4 – Гербіцид III класу + мікродобриво у ґрунт; 5 – Гербіцид II класу + мікродобриво у ґрунт; 6 – Гербіцид III класу + мікродобриво по листу; 7 – Гербіцид II класу + мікродобриво по листу.

Рис. 2. Зміна чисельності мікроскопічних грибів, під впливом застосування гербіцидів та органо-мінерального мікродобрива

Схожі результати у своїх дослідженнях наводять Nada A. Milošević та Mitar M., 2002, так при застосуванні хлорорганічних гербіцидів з діючими речовинами Лінурон та Алахлор протягом першого тижня спостерігається незначне зменшення мікроскопічних грибів, а потім, впродовж 90 діб, відмічається поступове зростання кількості грибної мікрофлори [17]. Отже, окреме застосування хлорорганічних гербіцидів протягом вегетації стимулює розвиток грибної мікрофлори, в той час як окреме застосування гербіциду з діючою речовиною прометрин (хімічний клас – триазини) його пригнічує.

Мікроорганізми, що мобілізують мінеральні фосфати. В ході досліджень було встановлено, що на початку вегетації мікроорганізми, які мобілізують мінеральні фосфати негативно реагують на застосування гербіцидів, особливо на внесення гербіциду III-го класу небезпечності, тобто, діюча речовина прометрин знижувала чисельність мікроорганізмів на 16,7 млн КУО / г ґрунту, а ацетохлор – на 11,3 млн КУО / г ґрунту порівняно з контролем.

За застосування гербіцидів з мікродобривом також спостерігається зменшення чисельності мікроорганізмів, найпомітніше на варіантах, де мікродобриво вносили по листу *Zea mays L.*

Наприкінці вегетації відбувається відновлення чисельності мікроорганізмів даної еколого-трофічної групи, на варіантах, які були оброблені крім гербіцидів також органо-мінеральним мікродобривом незалежно від виду застосування. Чисельність мікроорганізмів на цих варіантах знаходилась на рівні контролю в межах $HP_{0,05}$. При окремому застосуванні гербіцидів відмічається зростання чисельності мікроорганізмів, що мобілізують мінеральні форми фосфатів на 3,87-5,71 млн КУО / г ґрунту [19].

Отже за окремого застосування гербіцидів відмічаються найменші коливання чисельності мікроорганізмів, що мобілізують мінеральні форми фосфору протягом вегетації *Zea mays L.* У разі сукупного застосування гербіцидів та органо-мінерального мікродобрива, чисельність мікроорганізмів даної групи менше або нарівні контролю, що можна пояснити зростанням на цих варіантах чисельності мікроорганізмів інших еколого-трофічних груп.

Мікроорганізми, що мобілізують органічні фосфати. Окреме застосування гербіцидів по-різному впливає на мікроорганізми, що мобілізують органічні фосфати. Так гербіцид III-го класу небезпечності знижує чисельність мікроорганізмів до 61 % порівняно з контролем на початку вегетації, але протягом вегетації чисельність цієї групи мікроорганізмів відновлюється до рівня контролю. В той же час гербіцид II-го класу небезпечності, навпаки, майже не впливає на чисельність мікроорганізмів даної групи на початку вегетації, але призводить до її зростання на 51 % в кінці вегетації.

При застосуванні разом з гербіцидами органо-мінерального мікродобрива на початку вегетації спостерігається зменшення чисельності мікроорганізмів від 10 до 82 % відносно контролю залежно від діючої речовини гербіциду, і відновлення її чисельності до рівня контролю наприкінці. Суттєві зміни в чисельності мікроорганізмів, що мобілізують органічні фосфати, спостерігається лише при застосуванні гербіциду з діючою речовиною ацетохлор сукупно з мікродобривом незалежно від способу застосування.

Отже на всіх варіантах на початку вегетації кукурудзи спостерігається певне зниження чисельності фосфатмобілізувальних мікроорганізмів. Значне зменшення чисельності мікроорганізмів на 6-му та 7-му варіантах можливо пояснюється проявом синергетичного ефекту сукупної дії двох препаратів гербіциду з діючою речовиною прометрин або ацетохлор та органо-мінерального мікродобрива, кожен з яких має достатньо активні біологічні сполуки, що безумовно чинять потужний вплив, як на рослинні організми, так і на мікрофлору ґрунту [17, 19].

Коефіцієнти. Вплив сукупного використання ґрунтових гербіцидів з діючою речовиною прометрин або ацетохлор разом з органо-мінеральним мікродобривом *Humin plus* на стан мікробних ценозів чорнозему опідзоленого було оцінено за допомогою інтегрованого показника біогенності (ІПБ), який визначається методом відносних величин з урахуванням чисельності мікроорганізмів головних еколого-трофічних груп. Встановлено, що на початку вегетації кукурудзи на варіантах де окремо застосовувалися гербіциди спостерігається зменшення біогенності ґрунту, а також на 7-му варіанті, який оброблений гербіцидом, та мікродобривом по листу *Zea mays* L. [15, 16].

За отриманими даними було розраховано коефіцієнти оліготрофності, мінералізації, олігонітрофільності та показник мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ).

Показник оліготрофності розраховується, як відношення числа оліготрофних мікроорганізмів до числа евтрофів, та дозволяє судити про забезпеченість ґрунту поживними речовинами, доступними для мікроорганізмів і рослин. Якщо на початку вегетації цей показник нижче від контролю на варіантах де застосовувалось органо-мінеральне мікродобриво, то під кінець вегетації показник оліготрофності перевищує контроль, але в середньому за вегетацію кукурудзи найбільші значення цього показника спостерігаються на варіанті, де окремо застосовано гербіцид другого класу небезпечності з діючою речовиною ацетохлор, що свідчить про погіршення трофічного режиму чорнозему опідзоленого на цьому варіанті.

Показник мінералізації розраховується, як відношення кількості мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот до кількості мікроорганізмів, що утилізують його органічні форми та вказує на інтенсивність мінералізаційних процесів і засвоєння азотних сполук у ґрунті. При застосуванні гербіцидів з органо-мінеральним мікродобривом спостерігається збільшення показника мінералізації від 28 до 82 % порівняно з контролем, що свідчить про інтенсивний перебіг мінералізаційних процесів у чорноземі опідзоленому на фоні застосування органо-мінерального мікродобрива. Окреме застосування прометрину зменшує мінералізацію, а застосування ацетохлору дещо збільшує.

Коефіцієнт олігонітрофільності розраховується, як відношення кількості олігонітрофільних мікроорганізмів до кількості мікроорганізмів, що утилізують органічні форми азоту, та характеризує процеси іммобілізації азоту у ґрунті. На початку вегетації під впливом застосування гербіцидів зменшується коефіцієнт олігонітрофільності, натомість на більшості варіантів, де було застосовано органо-мінеральне мікродобриво, спостерігається збільшення цього показника, а наприкінці вегетації на всіх варіантах відбувається збільшення коефіцієнта олігонітрофільності, особливо на варіантах, де разом з гербіцидами було застосовано органо-мінеральне мікродобриво, що свідчить про посилення процесів іммобілізації азоту в ґрунті.

Показник мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту (МТОРГ) розраховується, як добуток суми кількості мікроорганізмів, що засвоюють органічний і мінеральний азот та їх відношення. У разі окремого застосування гербіциду II-го класу небезпечності та спільно з органо-мінеральним мікродобривом спостерігається зниження показника мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту, а за аналогічного застосування гербіциду III-го класу, як окремо, так і з мікродобривом, навпаки, спостерігається підвищення МТОРГ, що вказує на більш високу біохімічну активність мікроорганізмів на цих варіантах [18, 19].

4. Висновки

Встановлено, що застосування гербіцидів окремо чи в поєднанні з органо-мінеральним мікродобривом, по-різному впливає на чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів, причому вплив діючих речовин гербіцидів на мікрофлору чорнозему опідзоленого змінюється протягом вегетації кукурудзи.

Так окреме застосування гербіциду II класу небезпечності з діючою речовиною ацетохлор призводить до зменшення чисельності мікроорганізмів, що мобілізують органічні та мінеральні форми азоту, а також актиноміцетів, причому під кінець вегетації спостерігається найбільше пригнічення мікрофлори чорнозему опідзоленого. Застосування гербіциду III класу з діючою речовиною прометрин, навпаки стимулює активність мікроорганізмів даних еколого-трофічних груп.

На мікроорганізми фосфорного циклу, а саме мікроорганізми що мобілізують органічні та мінеральні форми фосфору, негативно впливає застосування гербіциду з діючою речовиною прометрин, натомість, застосування гербіциду II класу небезпечності навпаки стимулює зростання чисельності фосфатмобілізувальних мікроорганізмів.

Застосування поряд з гербіцидами органо-мінерального мікродобрива призводить на початку вегетації до зменшення чисельності мікроорганізмів що мобілізують, як органічні так і мінеральні форми фосфору, незалежно від способу застосування мікродобрива. Але протягом вегетації *Zea mays* L. відмічається значне зростання чисельності мікроорганізмів даної групи.

Отже окреме застосування гербіцидів призводить до зниження чисельності певних мікроорганізмів на початку (мікроскопічних грибів, денітрифікуючих бактерій, олігонітрофільних бактерій, асоціативних азотфіксувальних бактерій) або наприкінці (при застосуванні ацетохлору до зменшення чисельності мікроорганізмів азотного циклу) вегетації *Zea mays* L. Сукупне застосування наряду з гербіцидами органо-мінерального мікродобрива дещо зменшує негативний вплив діючих речовин гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми, про що свідчать розраховані коефіцієнти оліготрофності, мінералізації, олігонітрофільності та показник мікробіологічної трансформації органічної речовини ґрунту.

Список використаних джерел

1. Паталаха Л.М., Горина И.Н., Булавіна Л.Г. Влияние гербицидов на активность почвы в посевах подсолнечника. *Защита и карантин растений*. 2009. № 3. С.26-27.
2. Урусбаев К. Влияние гербицидов на микрофлору *Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана*. 1975. № 8. С.45-48.
3. Заболотний О.І., Заболотна А. В. Мікробіологічна активність ґрунту при застосуванні гербіциду мерлін. *Молодий вчений*. 2014. №2(05). С. 16-20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2014_2%2805%29_4.
4. Ушанов Р.Н. Активность почвенных микроорганизмов – показатель устойчивости земледелия *Земледелие*. 2006. № 1. С.14-15.
5. Івасюк Ю.І., Карпенко В.П., Прутуляк Р.М. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. №5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_7
6. Abubacker M.N., Visvanathan M., Srinivasan S. Biodegradation of glyphosate herbicide by bacterial isolates from Banana (*Musa spp.*) *Plantation soil. Biolife*. 2016. Vol 4. Issue 2. 243-250. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/6365/25c9e7aa8b712bb49e0af6578249aeb52ca2.pdf>
7. Пищур І.М., Канівець В.І., Ларченко І.В. Вплив сучасних гербіцидів на формування соєво-ризобіального симбіозу за використання мікробного препарату ризогуміну. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 14. С. 100-108. URL: http://www.sg-microb.ho.ua/arh/pdf14/SM14_08.pdf
8. Гутянський Р.А. Эффективность почвенных гербицидов в посевах сои. *Защита и карантин растений*. 2008. №3. С. 36-37.
9. Гезагард 500 FW к.с. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.syngenta.com/country/ua/uk/cropprotection/cropprotection/herbicides/Pages/gesagard.aspx>
10. Трофі 90 EC к.с. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.syngenta.com/country/ua/uk/cropprotection/cropprotection/herbicides/Pages/trofi90EC.aspx>
11. Органо-мінеральне мікродобриво Humin plus [Електронний ресурс]. URL: huminplus.zakupka.com/articles/9369-humin-plus-organomineralnoe-guminovoe-universalnoe-mikruidobrenie/
12. Кукурудза гібрид «Елегія МВ» [Електронний ресурс]. URL: agroua.net/plant/catalog/cg-1/c-5/s912/
13. ДСТУ 7847-2015 Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів в ґрунті методом висівання на тверде (агаризоване) поживне середовище [Чинний від 2016-07-01]. Київ, 2016. 10 с.
14. *Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб пособие* / [И.В. Асеева, И.П. Бабьева, Б.А. Бызов и др.]. под ред. Д.Г. Звягинцева Москва: Изд. МГУ, 1991. 304 с.
15. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов. Сб. науч. тр. ХСХИ, т. 273, Харьков, 1980. С. 13-16.
16. Аци Дж. Сельскохозяйственная экология /пер. с англ. Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц; под ред. В.Е. Писарева. Москва: Изд-во иностранной литературы, 1959. С. 242-243.

17. Nada A. Milošević and Mitar M. Govedarica Effect of herbicides on microbiological properties of Soil. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke / Proceedings for Natural Sciences, Matrica Srpska Novi Sad, № 102.P. 5-21. 2002. <https://doi.org/10.2298/ZMSPN0201005M>

18. Рокитянський А.Б. Вплив сумісного застосування ґрунтових гербіцидів та органо-мінерального мікродобрива Humin plus на активність мікробного ценозу ґрунту на продуктивність *Zea mays L.* Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах змін клімату: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 7-9 лип., 2015 р.) / НААН, ін.-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2015. С. 76–78.

19. Рокитянський А.Б. Перебудова мікробного ценозу чорнозему опідзоленого під впливом гербіцидів різного класу небезпечності. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Випуск 82. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» 2015. С. 108–112. URL: http://agrosoil.yolasite.com/resources/2015_AiG_82_pp_108-112_UA.pdf

UDC 631.461

The action of organo-mineral microfertilizer as a way of mitigating the negative effects of herbicides on soil microorganisms

A.B. Rokityanskyi

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
E-mail: artemborisovichro@gmail.com

The aim of the work was to show the possibility of reducing the negative impact of herbicides of different classes of danger on the main ecological and trophic groups of microorganisms (microorganisms mobilizing organic and mineral forms of nitrogen, actinomycetes, oligotrophs, oligonitrophilic and associative nitrogen fixing microorganisms, microscopic fungi, microorganisms mobilizing organic and mineral forms of phosphorus) in chernozem podzolized, with the joint use of herbicides with elements of the biologicalization of agriculture. It has been established that with the help of different methods of application of organo-mineral microfertilizer (simultaneous treatment with herbicide and microfertilizer or treatment of soil with a herbicide with subsequent processing of corn microfertilizer by leaf) together with herbicides (promethrin III class of hazard and acetochlor II class of hazard), it is possible to reduce the negative influence of active substances of herbicides on soil microorganisms. It is established that for a separate application of herbicides as the stimulation of certain ecological trophic groups of microorganisms, and their inhibition occur. The application of herbicide with the active substance of promethrin causes an increase in the number of microorganisms mobilizing organic and mineral forms of nitrogen and actinomycetes, and the application of a herbicide with the active substance acetochlor causes them to decrease. In another way, herbicides affect microorganisms that mobilize organic and mineral forms of phosphorus: acetochlor stimulates the growth of the number of microorganisms in these ecologotorphic groups, and promethrin, by contrast, suppresses. Application of herbicides organomineral microfertilizers, as a rule, at the beginning of the vegetation leads to inhibition of the microflora of chernozem podzolized, but during the vegetation in these variants, there is a significant activity of the microflora. With the simultaneous use of herbicides containing acetochlor and organo-mineral microfertilizers, as well as applying a herbicide with the active substance of promethrin and the subsequent processing of microfertilizer on a corn leaf the biogenicity of Chernozem podzolized increases and the *Zea mays L.* yield increases, as evidenced by the calculated oligotrophic coefficients, mineralization, oligonitrophility and the microbiological transformation of the organic matter of the soil.

Keywords: acetochlor; herbicide; soil microorganisms; active substance; promethrin; chernozem podzolized; *Zea mays L.*

Citing: Rokityanskyi A.B. 2019. The action of organo-mineral microfertilizer as a means of mitigating the negative effects of herbicides on soil microorganisms. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 128-136. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-18>.