

ГІГІЄНА ҐРУНТУ ТА ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ

УДК 613:632.952:614.76

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ФУНГІЦИДУ ДІМОКСИСТРОБІНУ НА ПРОЦЕСИ САМООЧИЩЕННЯ ҐРУНТУ

*Руда Т.В., Коришун М.М., Дема О.В.**Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ*

Ґрунт є провідною системою кругообігу речовин у природі. В ньому відбуваються процеси міграції, трансформації та обміну всіх ендогенних і екзогенних хімічних речовин (ЕХР). Ґрунт є тим важливим елементом біосфери, в якому здійснюється детоксикація (знезаражування, знешкодження, руйнування, перетворення у нетоксичні сполуки) ЕХР, що надходять внаслідок техногенного забруднення як самого ґрунту, так і інших об'єктів навколишнього середовища, або вносяться навмисно в умовах сільського або лісового господарства [1]. У численних біохімічних процесах, які відбуваються в ґрунті та забезпечують його самоочищення, беруть участь ґрунтові мікроорганізми (автохтонна мікрофлора) та їх ферментні системи [2]. Їх активність залежить від змін навколишнього середовища, спричинених природними та антропогенними факторами; пов'язана з фізичними властивостями ґрунту, вмістом органічної речовини [3].

Нажаль в сучасних умовах антропогенний вплив, що неухильно зростає, призводить до порушення ґрунтових мікробіоценозів. Важкі метали, пестициди, радіонукліди тощо пригнічують автохтонну мікрофлору та ферментативну активність ґрунту. Внаслідок цього порушуються характерні для даного виду ґрунту природні процеси самоочищення і він починає віддавати у вирощувані рослини, атмосферне повітря, поверхневі водойми та підземні води біологічні і хімічні забруднювачі, які можуть накопичуватись у контактуючих з ґрунтом середовищах у кількостях, небезпечних для здоров'я людей, тварин і рослин [1].

Значний вплив на мікробіоценоз ґрунту мають високотійкі пестициди. Саме до

таких речовин належить фунгіцид дімоксистробін із класу стробілуринів – діюча речовина (д.р.) комбінованого препарату Піктор, КС виробництва фірми БАСФ, Німеччина.

Препарат Піктор, КС являє собою концентрат суспензії з вмістом дімоксистробіну 200 г/л та використовується для боротьби з хворобами соняшнику і ріпаку в максимальній нормі витрат 0,5 л/га, одноразово. В лабораторних експериментах період напіврозпаду (t_{50}) дімоксистробіну залежно від типу ґрунту, температури, вологості, кисневого режиму складає 88-262 доби (в середньому 210) [4], що дозволяє віднести його до високотійких сполук (І клас небезпечності) згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 [5]. В польових умовах з ґрунтів європейських країн дімоксистробін зникає дещо швидше (t_{50} від 2 до 39, в середньому – 22,9 доби [4]) і може бути віднесений залежно від ґрунтово-кліматичних умов не лише до стійких (ІІ клас), а й до помірно (ІІІ клас), або навіть малостійких (ІV клас) сполук.

Дані літератури щодо впливу досліджуваного стробілурину на ґрунтову біоту свідчать, що дімоксистробін середньо токсичний для дощових хробаків згідно з [6], оскільки при вивченні гострої токсичності (вплив впродовж 14 діб) середньо смертельна концентрація (LC_{50}) становить 23,65 мг д.р./кг ґрунту [7]. Формуляції BAS 507 00F (концентрат суспензії з вмістом дімоксистробіну 133 г/л та епоксиконазолу 50 г/л) і BAS 505 01F (концентрат суспензії з вмістом дімоксистробіну 167 г/л) високотоксичні для дощових хробаків: LC_{50} в перерахунку на дімоксистробін становить 3,35 і 5,78 мг д.р./кг ґрунту відповідно. Недіюча

концентрація (no observed effect concentration – NOEC) BAS 507 00F і BAS 505 01F за репродуктивною токсичністю при тривалій експозиції (56 діб) становить в перерахунку на дімоксистробін <0,0887 та <0,11 мг д.р./кг ґрунту відповідно [7]. Дімоксистробін у нормі витрат 2,0 кг д.р./га впродовж 28 днів змінював мінералізацію азоту та вуглецю у ґрунті незначно: відхилення не перевищували 25% [7]. Здатність до біоаккумуляції у дімоксистробіну низька згідно з [6], оскільки коефіцієнт біологічного накопичення (BCF) становить 48 [4].

Метою роботи було вивчення закономірностей впливу дімоксистробіну на процеси нітрифікації та мікробне число чорнозему вилушеного, що дозволить у подальшому визначити порогову концентрацію дімоксистробіну за загально-санітарним показником шкідливості та обґрунтувати його гігієнічний норматив у ґрунті.

Об'єкти та методи. Для досягнення поставленої мети було проведено лабораторний експеримент з вивчення впливу дімоксистробіну на мікробне число та інтенсивність процесів перетворення азотовмісних речовин в чорноземі вилушеному згідно з [8,9]. В ґрунт вносили і рівномірно розподіляли дімоксистробін, в кількостях, що відповідали 1,5; 3; 15 та 30 максимальним нормам витрат (100 г д.р./га), або вихідним концентраціям 0,05; 0,1; 0,5 і 1,0 мг/кг. Контролем слугував ґрунт, в який досліджувану речовину не вносили.

Для створення оптимальних умов процесу нітрифікації в усі дослідні і контрольні зразки чорнозему вилушеного було внесено із розрахунку на 100 г ґрунту: аммонію сульфату – 21,53 мг, калію фосфату одноступінчастого – 7,84 мг, магнію сульфату – 3,9 мг, кальцію гідроксиду – 100 мг. Усі зразки ґрунту зволожували дехлорованою стерильною водопровідною водою до 60% повної вологоємності.

Кожний варіант дослідів був поставлений в стаканах ємністю 1 л в трьохкратній повторюваності (всього 15 стаканів). Стакани були поміщені в ексікатори з водопровідною водою на дні і витримувались при кімнатній температурі. Вологість ґрунту впродовж дослідів підтримували на постійному рівні шляхом регулярного 2 рази на

тиждень зважування і додавання дехлорованої стерильної води.

Відбір проб здійснювали стерильно на 1, 3, 6, 8, 10, 15, 20 та 30-у добу від початку дослідів. Із кожного стакану відбирали 2 наважки по 15 г для приготування ґрунтової витяжки і визначення вмісту іонів амонію, азоту нітритів і нітратів і 2 наважки по 5 г для приготування ґрунтової бовтанки і проведення мікробіологічних досліджень.

Концентрацію іонів амонію, нітритів та нітратів визначали в реакціях з реактивом Несслера, реактивом Грісса та сульфофеноловим реактивом відповідно; оптичну щільність отриманих розчинів вимірювали на колориметрі фотоелектричному концентраційному (КФК-2МП) при довжині хвилі 400, 540 та 440 нм відповідно. Подальше кількісне визначення досліджуваних речовин проводили за попередньо побудованими градувальними залежностями.

Визначення мікробного числа проводили на 1,5% м'ясо-пептонному агарі. Посіви інкубували при 37°C впродовж 24 годин.

Отримані результати піддавали математичній обробці з розрахунком параметрів варіаційної статистики за програмою Excel. Згідно з рекомендаціями [8,9] гігієнічно значущими визнавали відхилення від контролю, якщо вони були більшими за 25% для показників нітрифікації та 50% для мікробного числа і спостерігалися протягом більше, ніж 7 діб. Концентрації дімоксистробіну, які призводили до таких змін, оцінювали як діючі.

Результати та їх обговорення. Самоочищення ґрунту від азотовмісних органічних речовин, які можуть потрапити у ґрунт не лише внаслідок природних процесів, а й при порушенні вимог санітарної очистки від твердих та рідких побутових та деяких промислових відходів, здійснюється за рахунок мікробіологічних процесів амоніфікації та нітрифікації. Амоніфікація перебігає за участі бактерій родів *Bacteroides* та *Bacillus*. До особливо активних амоніфікаторів відносяться *B. megaterium*, *B. mycoides*, *B. mesentericus*. Амоніфікації піддаються білки, амінокислоти, глікопептиди, нуклеїнові кислоти, аміді, аміни тощо. Одним з кінцевих продуктів їх аеробного розкладання є аміак. Певна частина аміаку використовується мік-

роорганізмами і перетворюється в органічну форму, тобто імобілізується. Значна частина амонійного азоту у нейтральних ґрунтах при гарній аерації швидко піддається нітрифікації – біохімічному окисненню, яке перебігає у 2 етапи: перший – до азотистої кислоти за участі бактерій родів *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrospira* та *Nitrosolobus*; другий – до азотної кислоти за участі бактерій родів *Nitrobacter*, *Nitrospina* и *Nitrococcus*. Частина нітратів, що утворились внаслідок нітрифі-

кації, відновлюються до молекулярного азоту (денітрифікація) з наступним надходженням в атмосферу [10].

Нами в умовах лабораторного експерименту досліджено вплив різних концентрацій дімоксистробіну на динаміку вмісту іонів амонію, азоту нітритів та азоту нітратів. Встановлено, що впродовж періоду спостереження вміст іонів амонію в контрольному ґрунті знижувався (рис. 1) і до 30-ї доби був в 50,7 рази нижчим від початкового.

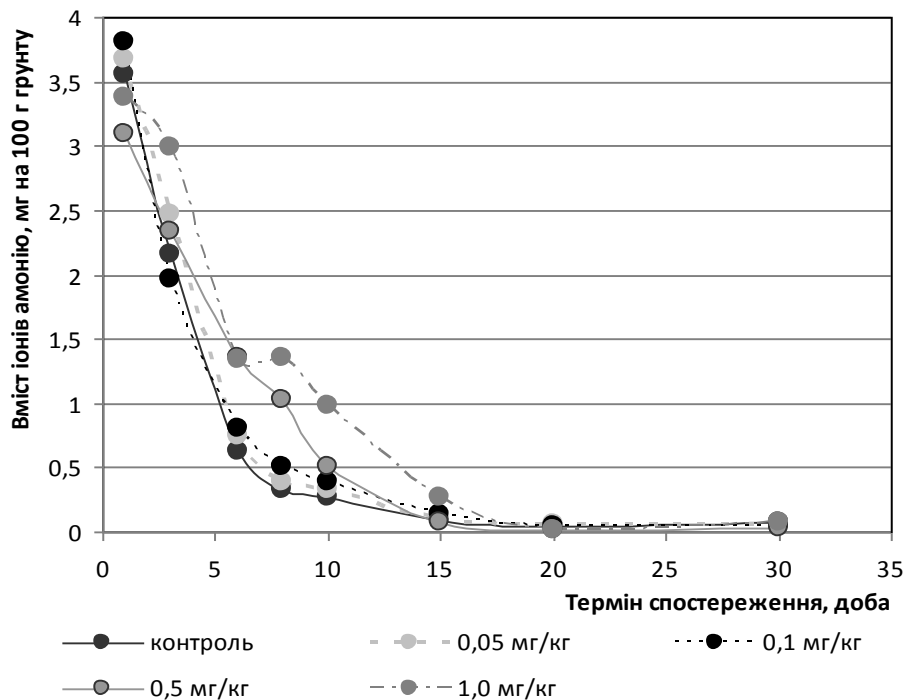


Рисунок 1. Динаміка вмісту іонів амонію в залежності від вихідної концентрації дімоксистробіну в чорноземі вилуженому.

Зниження концентрації іонів амонію спостерігалось в усіх дослідних зразках ґрунту, але у високих концентраціях дімоксистробіну спочатку пригнічував, а потім стимулював вказаний процес, що особливо чітко проявлялось наприкінці експерименту. Так, при вихідній концентрації дімоксистробіну у ґрунті 0,05; 0,1; 0,5 та 1,0 мг/кг вміст NH_4^+ на 30-у добу був у 61,2; 95,0; 103,0 і 42,2 рази нижчим за початковий відповідно.

Концентрації дімоксистробіну в ґрунті 0,1; 0,5 та 1,0 мг/кг виявились діючими, оскільки викликали зміни вмісту іонів амонію більше, ніж на 25% порівняно з контролем тривалістю більше, ніж 7 діб (табл. 1). Так, при концентрації 0,1 мг/кг з 6 по 15 добу експерименту вміст іонів амонію був вищим, ніж в контрольному ґрунті на

30,6-55,6%, а на 30 добу – нижче на 48,9%. При концентрації 0,5 мг/кг з 6 по 10 добу експерименту вміст іонів амонію був вищим, ніж в контрольному ґрунті на 88,9-209,1%, а на 20-30 добу – нижче на 57,1-60,0%. При концентрації 1,0 мг/кг з 3 по 15 добу експерименту вміст іонів амонію був вищим, ніж в контрольному ґрунті на 38,4-312,1%, а на 20 добу – нижче на 60,0%.

Концентрація дімоксистробіну в ґрунті 0,05 мг/кг була недіючою, оскільки відхилення від контролю в окремі терміни спостереження становили 3,4-22,2%, тобто не перевищували 25%. В той же час її можна визнати пороговою за впливом на вміст іонів амонію, оскільки з 15 по 20 добу були зареєстровані відхилення на 20,0-22,2% порівняно з контрольним ґрунтом.

Таблиця 1. Вплив дімоксистробіну на нітрифікуючу активність чорнозему вилуженого.

Термін спостереження, доба	Вміст азотовмісних речовин у % відносно контролю в залежності від вихідної концентрації дімоксистробіну (мг/кг)											
	Іони амонію				Азот нітритів				Азот нітратів			
	0,05	0,1	0,5	1,0	0,05	0,1	0,5	1,0	0,05	0,1	0,5	1,0
1	103,4	107,0	87,0	95,2	113,6	113,6	86,4	131,8	84,6	46,2	44,2	57,7
3	114,4	91,2	107,9	138,4	106,3	118,8	100,0	131,3	83,8	58,3	8,8	19,1
6	119,4	130,6	217,7	216,1	95,3	74,4	41,9	67,4	79,2	58,3	21,9	26,0
8	115,2	154,5	309,1	412,1	91,3	82,6	73,9	130,4	75,4	71,2	39,0	40,7
10	118,5	140,7	188,9	363,0	106,7	140,0	113,3	180,0	77,2	62,3	48,0	48,8
15	122,2	155,6	88,9	300,0	84,6	92,3	107,7	115,4	87,2	74,5	77,2	118,1
20	120,0	100,0	40,0	40,0	87,5	75,0	112,5	87,5	105,0	111,3	115,1	135,8
30	85,7	51,1	42,9	114,3	100,0	100,0	175,0	125,0	100,0	107,8	118,9	143,3

Примітка. Вміст азотовмісних речовин у контрольному ґрунті прийнято за 100%.

Нітрити є проміжними продуктами в процесі біохімічного окислення аміаку до нітратів. Збільшення їх вмісту у ґрунті можливе при посиленні процесу перетворення амонійних солей в нітрити та/або гальмуванні подальшого біохімічного окислення нітритів до нітратів.

Встановлено, що впродовж експерименту, як в контрольному ґрунті, так і в ґрунті з внесенням дімоксистробіну відбувались фазові зміни вмісту азоту нітритів (рис. 2).

Так, в контрольному ґрунті до 3 доби вміст азоту нітритів дещо знижувався, а вже на 6 добу – підвищувався, після чого неухильно знижувався до кінця дослідження.

Аналогічна динаміка спостерігалась у ґрунті з внесенням дімоксистробіну в концентрації 0,05 мг/кг. Ця концентрація є недіючою, оскільки відхилення від контролю в усі терміни спостереження були менші за 15% (див. табл. 1).

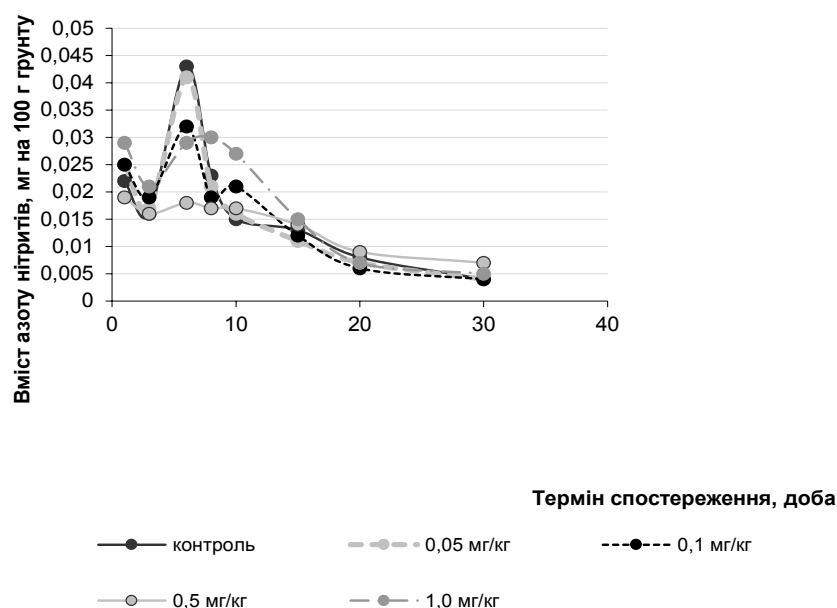


Рисунок 2. Динаміка вмісту азоту нітритів в залежності від вихідної концентрації дімоксистробіну в чорноземі вилуженому.

При вихідній концентрації дімоксистробіну 0,1 мг/кг на 6 та 20 добу вміст азоту нітритів знижувався на 25% порівняно з контролем, а на 10 добу – одноразово підвищувався на 40%. Оскільки зміни, що перевищували 25%, були короточасними, дану концентрацію дімоксистробіну (0,1 мг/кг) можна вважати пороговою за впливом на

вміст азоту нітритів. Обидві найбільші концентрації (0,5 та 1,0 мг/кг) виявились діючими, оскільки викликали зміни, що перевищували 25% тривалістю більше 7 діб.

Вміст азоту нітратів протягом періоду спостереження неухильно зростав як в контрольному ґрунті, так і в усіх дослідних зразках з внесенням дімоксистробіну (рис. 3).

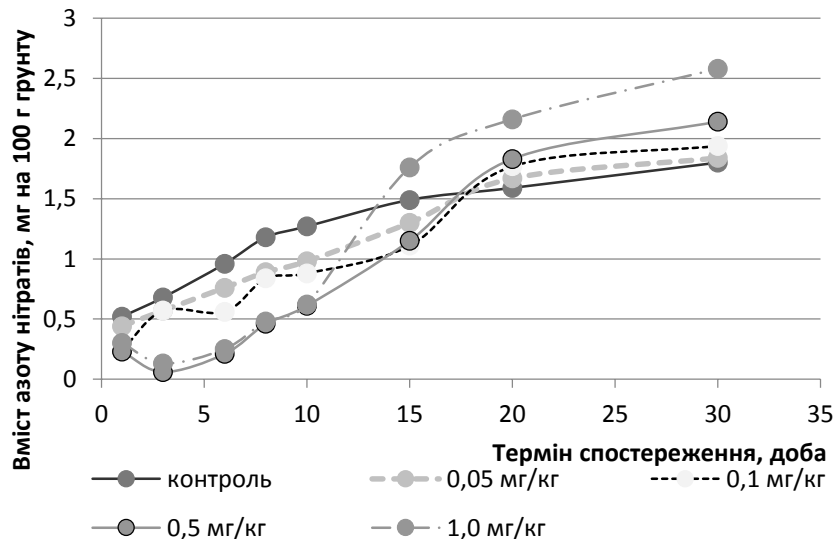


Рисунок 3. Динаміка вмісту азоту нітратів в залежності від вихідної концентрації дімоксистробіну в чорноземі вилуженому.

Однак дімоксистробін, особливо у високих концентраціях, спочатку дещо гальмував, а потім стимулював вказаний процес, що особливо чітко проявлялось наприкінці експерименту. Так, при вихідних концентраціях дімоксистробіну 0,00; 0,05; 0,1; 0,5 та 1,0 мг/кг вміст азоту нітратів на 30-у добу перевищував вихідний в 3,5; 4,2; 8,1; 9,3 і 8,6 разів відповідно.

Концентрації дімоксистробіну в ґрунті 0,1; 0,5 і 1,0 мг/кг були діючими, оскільки викликали зміни вмісту азоту нітратів більше, ніж на 25% порівняно з контролем тривалістю більше, ніж 7 діб (див. табл. 1). Так, при концентрації 0,1 мг/кг в першій половині експерименту (1-15 добу) вміст азоту нітратів був нижчим, ніж в контрольному ґрунті на 28,8-53,8%, а на 20-30 добу відрізнявся від контролю незначно – був вищим на 7,8-11,3%. При концентрації 0,5 мг/кг з 1 по 10 добу експерименту вміст азоту нітратів був нижчим, ніж в контрольному ґрунті на 52,0-91,2%, а на 20-30 добу – вищим на 15,1-18,9%. При концентрації 1,0 мг/кг з 1 по 10 добу експерименту вміст азоту нітратів був

нижчим, ніж в контрольному ґрунті на 42,3-80,9%, а на 20-30 добу – вище на 35,8-43,3%.

Концентрація 0,05 мг/кг була недіючою, оскільки відхилення від контролю в окремі терміни спостереження становили 5,0-24,6%, тобто не перевищували 25%. Сама ця концентрація може бути визнана пороговою за впливом на вміст азоту нітратів, оскільки з 6 по 10 добу були зареєстровані відхилення на 20,8-24,6% порівняно з контрольним ґрунтом.

Стосовно змін мікробного числа ґрунту, то впродовж всього періоду спостереження в усіх досліджуваних концентраціях порівняно з контрольним зразком вони носили різноспрямований характер і не перевищували 50% (табл. 2), за виключенням концентрації 0,1 мг/кг. Але й при цій концентрації зміни були короточасними і вже на 3 добу відхилення від контролю становило всього 1,5% і надалі не перевищувало 32,5%. Отже, порогова концентрація дімоксистробіну в ґрунті за впливом на його мікробне число перевищує 1,0 мг/кг.

Таблиця 2. Вплив дімоксистробіну на динаміку мікробного числа у чорноземі вилуженому.

Термін, доба	Мікробне число в залежності від вихідної концентрації дімоксистробіну в ґрунті (мг/кг)								
	0,0	0,05		0,1		0,5		1,0	
	абс. зн.	абс. зн.	%	абс. зн.	%	абс. зн.	%	абс. зн.	%
1	$2,20 \cdot 10^5$	$2,80 \cdot 10^5$	127,27	$3,43 \cdot 10^5$	155,90	$2,77 \cdot 10^5$	125,9	$2,27 \cdot 10^5$	103,18
3	$1,97 \cdot 10^5$	$1,89 \cdot 10^5$	95,94	$1,94 \cdot 10^5$	98,48	$2,78 \cdot 10^5$	141,12	$2,40 \cdot 10^5$	121,83
6	$4,91 \cdot 10^4$	$3,98 \cdot 10^4$	81,06	$4,48 \cdot 10^4$	91,24	$4,32 \cdot 10^4$	87,98	$5,50 \cdot 10^4$	112,02
8	$2,45 \cdot 10^4$	$1,64 \cdot 10^4$	66,94	$2,04 \cdot 10^4$	83,27	$1,56 \cdot 10^4$	63,67	$2,08 \cdot 10^4$	84,9
10	$2,44 \cdot 10^4$	$1,84 \cdot 10^4$	75,41	$1,68 \cdot 10^4$	68,85	$2,57 \cdot 10^4$	105,33	$3,08 \cdot 10^4$	126,23
15	$3,40 \cdot 10^4$	$3,55 \cdot 10^4$	104,41	$4,05 \cdot 10^4$	119,12	$2,59 \cdot 10^4$	76,18	$3,45 \cdot 10^4$	101,47
20	$2,37 \cdot 10^4$	$2,10 \cdot 10^4$	88,61	$1,60 \cdot 10^4$	67,51	$2,79 \cdot 10^4$	117,72	$1,80 \cdot 10^4$	75,95

Примітка. Вміст азотовмісних речовин у контрольному ґрунті прийнято за 100%.

Таким чином, наведені вище результати лабораторних досліджень свідчать, що порогова концентрація дімоксистробіну за

впливом на процеси самоочищення чорнозему вилуженого становить 0,05 мг/кг.

Висновки

1. Дімоксистробін у високих концентраціях (0,5 та 1,0 мг/кг), які відповідають 15 та 30 максимальним нормам витрат препарату Піктор, КС на соняшнику і ріпаку, спочатку пригнічував, а в подальшому стимулював нітрифікуючу активність чорнозему вилуженого і не впливав на мікробне число ґрунту.

2. Пороговою концентрацією дімоксистробіну в ґрунті за впливом на нітрифікуючу активність визнано концентрацію 0,05 мг/кг; порогова концентрація за впливом на мікробне число перевищує 1,0 мг/кг.

3. Використання при вирощуванні олійних культур (соняшнику і ріпаку) фунгіциду Піктор, КС на основі діючої речовини дімоксистробіну в рекомендованій максимальній нормі витрат (0,5 л/га) не вплине на мікробне число ґрунту та не призведе до погіршення перебігу процесів нітрифікації у реальних ґрунтово-кліматичних умовах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарук Є.Г. Ґрунт як фактор формування умов життя та здоров'я населення / Є.Г. Гончарук // Журнал АМН України. 1995. – №1. – С. 129-139.
2. Гончарук Є.Г. Санітарна охорона ґрунту та очищення населених місць // Комунальна гігієна / За ред. Є.Г. Гончарука. – К.: Здоров'я, 2003. – С. 327-419.
3. Jastrzębska E. Dehydrogenases, urease and phosphatases activities of soil contaminated with fungicides / E. Jastrzębska, J. Kucharski // PLANT SOIL ENVIRON. 2007. – №2. – P. 51-57.
4. Димоксистробін: основная информация о пестициде [Електронний ресурс]: PPDB: Pesticide Properties Data Base – Електронні дані. – Режим доступу: <http://rupest.ru/ppdb/dimoxystrobin.html>. – Назва з екрану.
5. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності : ДСанПіН 8.8.1.002-98 – [Затв. 28.08.98] // Зб. важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – Київ, 2000. – Т.9. – Ч.1. – С. 249-266.
6. Методы оценки экологической опасности пестицидов при их регистрации (Руководство по классификациям экологической опасности пестицидов). – Большие Вяземы, 2010. – 17 с.

7. Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance dimoxystrobin: EFSA Scientific Report (2005). – 46, – С. 1-82.
8. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. / Е.И. Гончарук, Г.И. Сидоренко. – М., 1986. – 320 с.
9. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве: МР №2609-82. – М., 1982. – 57 с.
10. Амонифицирующая и нитрифицирующая активность почв. Микроорганизмы и плодородие – [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ammonificiruyushhaya-i-nitrificiruyushhaya-aktivnost-pochv/>. – Назва з екрану.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФУНГИЦИДА ДИМОКСИСТРОБИНА НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ В ПОЧВЕ

Рудая Т.В., Коршун М.М., Дема Е.В.

В лабораторном эксперименте изучено влияние димоксистробина – действующего вещества фунгицида Пиктор, на нитрифицирующую активность и микробиоценоз чернозема выщелоченного. Показано, что в высоких концентрациях димоксистробин не влиял на микробное число почвы, сначала угнетал, а в дальнейшем стимулировал нитрификацию. Концентрация димоксистробина в почве на уровне 0,05 мг/кг признана пороговой по влиянию на процессы нитрификации. Применение фунгицидов на основе димоксистробина в рекомендованной максимальной норме расхода не приведет к нарушению процессов самоочищения черноземов в реальных почвенно-климатических условиях Украины.

HYGIENIC ASSESSMENT OF INFLUENCE OF FUNGICIDE DIMOXYSTROBIN ON THE SELF-PURIFICATION PROCESSES IN THE SOIL

T.V. Ruda, M.M. Korshun, O.V. Dema

In a laboratory experiment was studied the influence of dimoxystrobin – the active substance of the fungicide Pictor on the nitrification activity and microbiocenosis of leached chernozem. It is shown that high concentrations of dimoxystrobin had no effect on microbial count of the soil, at first nitrification activity was inhibited and then stimulated by dimoxystrobin. The concentration of the dimoxystrobin in the soil at the level of 0.05 mg/kg was recognized as threshold by the effect on the nitrification process. The use of fungicides based on dimoxystrobin at maximum recommended rate of application will not lead to a breach of self-purification processes of chernozem in real soil and climatic conditions of Ukraine.

УДК 613:632.952:634.8

ГІГІЄНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГЛАМЕНТІВ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГІЦИДІВ КЛАСУ АЦИЛАЛАНІНІВ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ ВІНОГРАДУ

Борисенко А.А.

Кафедра гігієни та екології

Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ

Актуальність теми. Сучасне сільське господарство важко уявити без широкого використання засобів хімізації, до складу яких входить велика кількість ксенобіотиків,