

УДК 631.445.41:574.4

С.Г. Корсун, доктор сільськогосподарських наук

Н.І. Довбаш

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

ЗМІНА АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ПІД ВПЛИВОМ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Метою дослідження було встановити зміни фізико-хімічних і агрохімічних характеристик сірого лісового грубопшуватого легкосуглинкового ґрунту залежно від забруднення екотопів важкими металами. Методи. Польовий, лабораторний, математико-статистичний. Результати. Наведені результати дослідження ґрунту ділянок з понадприродним вмістом важких металів і трансформування агрохімічних характеристик сірого лісового ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно. Встановлено, що в умовах систематичного застосування мінеральних добрив в агроценозах збільшення концентрації свинцю до 100 мг/кг, кадмію до 2,0, цинку до 50 мг/кг у сірому лісовому ґрунті не спричинило зниження кількості доступних рослинам форм азоту, фосфору, калію, порівняно з природним фоном. За концентрування свинцю у кількості 1000 мг/кг, кадмію – 20, цинку – 500 мг/кг ґрунту відмічено підвищення обмінної і гідролітичної кислотності та втрату гумусу.

Ключові слова: агрохімічні показники ґрунту, фізико-хімічні показники ґрунту, забруднення ґрунту, кукурудза, мінеральні добрива.

У сучасних агроландшафтах основним чинником зміни властивостей ґрунтів є антропогенний. Саме цей фактор визначає інтенсивність і повноту повернення до ґрунту біогенних елементів, відчужених з урожаєм, застосування заходів для поліпшення фізико-хімічних, фізичних, біологічних властивостей ґрунту, а також включення до циклу ґрунтоутворення сполук і елементів високотоксичних для біоти. Серед останніх – важкі метали (ВМ). Особливістю ВМ є те, що вони не є хімічно синтезованими та шкідливими для екосистеми загалом. Ці елементи входять до складу магматичних порід і при їх вивітрюванні можуть переходити до ґрунтоутворних порід та ґрунту. Але, їх уміст у нативних ґрунтах чітко обмежений можливістю біологічних об'єктів росту і розвиватись. ВМ мають не лише директивний негативний (токсичний) вплив на біоту екосистеми ґрунту. Їх індирективна дія на живі організми полягає у зміні агрохімічних, в тому числі фізико-хімічних властивостей ґрунтів, а отже і умов існування агробіогеоценозів.

Науковцями виявлено, що при збільшенні концентрації важких металів у ґрунті спостерігається підкислення ґрунтового розчину. Це відбувається за рахунок витіснення катіонами важких металів обмінного водню та алюмінію з ґрунтового вбирного комплексу (ГВК), а також при виділенні водню в результаті реакції специфічної адсорбції металів органічними і мінеральними колоїдами [1]. Порушення природних властивостей ГВК вносить зміни в процесі перетворення органічних речовин у ґрунті, доступність біогенних елементів рослинам.

У той же час, доведено, що вміст органічної речовини та реакція ґрунтового розчину впливають на рухомість ВМ для рослин. Дослідженнями ряду науковців встановлено, що чим більше в ґрунті гумусу, тим нижча рухомість ВМ і чим вища кислотність ґрунту, тим більша доступність ВМ для рослин. Вже виявлено, що ВМ є антагоністами ряду елементів живлення та блокують їх надходження до рослини. Так, кадмій, знаходячись в ґрунтовому розчині, знижує доступність рослинам надходження фосфору,

кальцію, магнію, заліза, цинку; свинець – фосфору, кальцію, заліза, цинку, міді [2].

Методика досліджень. Наші дослідження, проведені впродовж 2012–2014 рр., мали на меті виявити зміни агрохімічних властивостей у 0–20-сантиметровому шарі сірого лісового ґрунту при тривалому систематичному надходженні ВМ на його поверхню в різних дозах. З моменту закладки дослідів (1999 р.) і до початку наших спостережень у посівах кукурудзи на зерно (2012–2014 рр.) в агроценозах вирощували технічні, кормові, зернобобові культури [3]. Особливістю ведення дослідів було внесення лише мінеральних добрив в оптимальних для культури дозах, враховуючи ґрунтово-кліматичні умови. Під кожен культурний вносили однакову дозу добрив на усіх ділянках дослідів, незалежно від інтенсивності виносу нутрієнтів з урожаєм. Хімічну меліорацію та внесення органічних добрив не проводили. Для підтримання стабільного фону ВМ у ґрунті щорічно повертали ту кількість цинку, свинцю і кадмію, яка була винесена з урожаєм основної і побічної продукції.

Упродовж 2012–2014 рр. у досліді вирощували кукурудзу на зерно як беззмінний посів. Унаслідок своїх особливостей росту і розвитку кукурудза потребує значної кількості поживних речовин. Маючи тривалий вегетаційний період, кукурудза засвоює поживні речовини аж до початку воскової стиглості і утворює багато вегетативної маси. Слід зазначити, що потреба кукурудзи в азоті відбувається протягом усього періоду вегетації. Установлено, що найбільша потреба в даному елементі проявляється у рослині під час основного періоду росту – протягом двох тижнів до викидання волоті і трьох тижнів після. При нестачі азоту ріст молодих рослин може уповільнюватись, листя набуває жовто-зеленого забарвлення, утворення волоті запізнюється [4].

Фосфор потрібен кукурудзі впродовж усієї вегетації. Найбільше фосфору рослина засвоює у період від цвітіння до кінця молочної стиглості. Фосфор прискорює досягання кукурудзи, підвищує врожай зерна, а також збільшує стійкість рослин до весня-

них приморозків. За нестачі цього нутрієнту вповільнюється ріст, затримується досягання качанів.

Рослини кукурудзи потребують достатньої кількості калію від появи сходів до фази викидання волоті. При калійному голодуванні вповільнюється ріст проростків і молодих рослин, може відбуватись вилягання кукурудзи, а качани погано виповнюються зерном [4].

У наукових публікаціях стверджується, що за систематичного застосування добрив у посівах кукурудзи покращується поживний режим ґрунту, що сприяє кращому забезпеченню рослин азотом, фосфором і калієм впродовж усього періоду вегетації [5].

При проведенні нашого досліджу у 2012–2014 рр. на кожному ділянці щорічно вносили мінеральні добрива в дозі $N_{120}P_{90}K_{120}$. Проведені спостереження засвідчили, що накопичення ґрунтом свинцю, цинку і кадмію у понад фонових концентраціях спричинило певні тенденції у зміні фізико-хімічних і агрохімічних характеристик сірого лісового грубопилуватого легкосуглинкового ґрунту. При порівнянні результатів аналізу вихідного ґрунту, відібраного при закладанні досліджу і ґрунту агроекотопів, сформованих на момент 2012–2014 рр. виявлено, що вміст гумусу і

доступних форм азоту, залишались у межах одного рівня забезпеченості, визначеного групуванням ґрунтів за властивостями у ДСТУ 4362:2004 [6]. Тобто, вміст гумусу в 0–20 см шарі ґрунту залишився низьким, забезпеченість гідролізованим азотом – дуже низька. Інші показники зазнали суттєвіших змін. Обмінна кислотність, маючи рівень близької до нейтральної в момент закладання досліджу, змінилась до середньокислої, забезпеченість рухомими фосфатами при закладанні досліджу характеризувалась як підвищена і висока, а в період вирощування кукурудзи була високою, забезпеченість обмінним калієм – підвищена і висока, знизилась до підвищеної.

Результати досліджень. Дослідження ґрунту ділянок з понадприродним вмістом ВМ виявило певне трансформування структури ґрунтового вбирного комплексу (табл. 1). Обмінна кислотність відіграє важливу роль у розвитку рослин і ґрунтових мікроорганізмів, впливаючи на швидкість і напрям перебігу хімічних і обмінних процесів. Показник pH_{KCl} , як і інші показники родючості ґрунту, визначали на кожній з ділянок досліджу. При закладці досліджу обмінна кислотність у контрольному варіанті знаходилась на рівні 5,65, а перед створенням фонів з 5-ти, 10-ти

Таблиця 1.

Зміна агрохімічних властивостей сірого лісового ґрунту в умовах тривалого забруднення агроекотопів свинцем, кадмієм, цинком, шар 0–20 см

Варіант досліджу	Обмінна кислотність, $pH_{сол.}$		Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту		Гумус, %		Гідролізований азот, N		Рухомий фосфор, P_{2O_5}		Обмінний калій, K_2O	
	I*	II**	I	II	I	II	мг/кг ґрунту					
							I	II	I	II	I	II
Природний фон ВМ (контроль)	5,65	4,66	2,14	2,83	1,65	1,45	84,7	85,0	189,5	199,1	168,8	116,6
Перевищення природного фону ВМ у 5 разів	5,68	4,73	2,09	2,79	1,68	1,49	83,3	83,5	155,0	164,6	130,9	80,8
Перевищення природного фону ВМ у 10 разів	5,60	4,67	2,23	2,73	1,58	1,38	86,5	87,2	156,0	165,8	96,3	77,1
Перевищення природного фону ВМ у 100 разів	5,80	4,53	2,01	3,25	1,68	1,42	85,8	86,9	145,3	158,7	86,3	117,1
$\bar{X} \pm Sx$	$5,68 \pm 0,04$	$4,65 \pm 0,04$	$2,12 \pm 0,05$	$2,90 \pm 0,12$	$1,65 \pm 0,02$	$1,44 \pm 0,02$	$85,1 \pm 0,70$	$85,7 \pm 0,87$	$161,5 \pm 9,66$	$172,1 \pm 9,15$	$120,5 \pm 18,7$	$97,9 \pm 10,9$
V, %	1,5	1,8	4,4	8,2	2,9	3,2	1,60	2,00	12,0	10,6	31,0	22,4
HIP_{05}	0,17	0,17	0,18	0,47	0,09	0,09	2,74	3,41	37,9	35,9	73,5	43,12

Примітка: *I – результати аналізу проб ґрунту, відібраних у 1999 р.

**II – результати аналізу проб ґрунту, середнє за 2012–2014 рр.

і 100 разового перевищенням природного фону ВМ показник відповідно становив 5,68 і 5,60, 5,80. Рівень варіювання був низьким ($V=1,5\%$), а відмінності між ділянками не перевищували рівень ймовірності між варіантами ($HIP_{05}=0,17$). У середньому за 2012–2014 рр. значення обмінної кислотності (pH_{KCl}) знизилось до 4,53–4,73. Таке загальне для ділянки досліджу зниження показника пов'язано перш за все з відсутністю вап-

нувань в період з 1998 по 2014 р. Отримані в 2012–2014 рр. результати також мали низький рівень варіювання ($V=1,8\%$), та відсутність ймовірної різниці між варіантами ($HIP_{05}=0,17$). Утім, при порівнянні значень, отриманих на кожній окремій ділянці з вихідним ґрунтом виявлено зменшення pH_{KCl} на 0,93–1,27 одиниць. Найбільше зниження показника порівняно з вихідним ґрунтом було варіанті з 100 разовим

перевищенням природного фону ВМ – 1,27 (рис. 1). За 5-ти і 10-ти разового підвищення фону ВМ вплив токсикантів на обмінну кислотність не виявлено.

Отримані тенденції змін у ГВК підтверджуються результатами аналізу гідролітичної кислотності. За обох строків відбору варіювання показників було низьким: $V=4,4\%$ і $V=8,2\%$, відповідно, а рівень ймовірності не перевищувався – $НІР_{05}$ 0,18 і 0,47. Утім, за роки накопичення ґрунтом ВМ відбулось зростання частки іонів H^+ та Al^{3+} , що зумовлюють потенційну кислотність і показник порівняно з періодом закладання дослідів зріс на 0,5–1,24 мг-екв./100 г ґрунту. На ділянках контролю та за 5-ти і 10-ти разового перевищення фону ВМ додалось лише 0,5–0,7 мг-екв./100 г, тоді як 100-разове перевищення фону спричинило зростання гідролітичної кислотності на 1,24 мг-екв./100 г ґрунту та перехід від групи з нейтральною кислотністю до середнього рівня кислотності. Такий ефект може пояснюватись

зміною спрямованості біологічних, біохімічних, та фізико-хімічних процесів у агроєкотопі під впливом ВМ, порушенням співвідношення між кальцієм, магнієм та іншими катіонами у ГВК та тенденцією до зниження кількості гумусових речовин у ґрунті.

Дослідженнями встановлено, що при закладанні дослідів в 1999 р. вихідний рівень гумусу на дослідних ділянках становив 1,58–1,68 %, тобто, варіювання показника було на низькому рівні ($V=2,9\%$). Використання території як агроєкотопу, з системою удобрення, в якій не передбачено органічних добрив, призвело до зменшення кількості органічних речовин у ґрунті всіх ділянок. До 2012–2014 рр. було втрачено 0,19–0,26 % гумусу, хоча варіювання показника залишалось низьким – $V=3,2\%$, і з врахуванням $НІР_{05}$ відмінності між варіантами відсутні. Попри це виявлено, що найбільшими були втрати гумусу на ділянках з максимальним накопиченням ВМ (варіант 3), що в середньому становило 0,26 %.

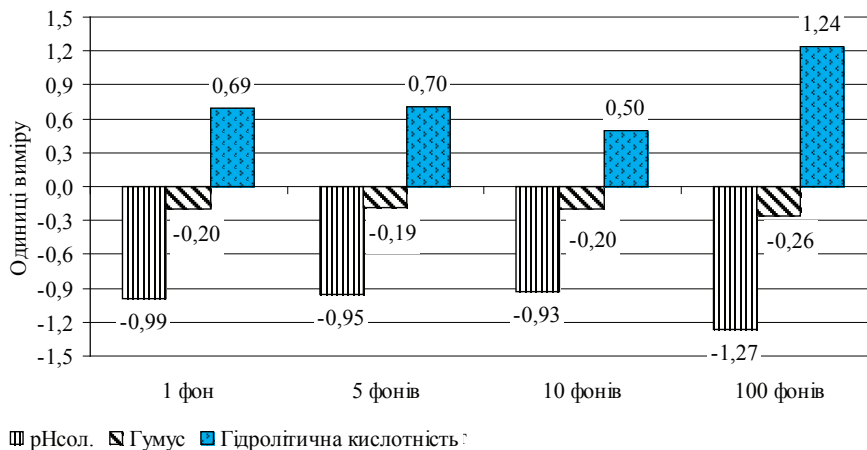


Рис. 1. Приріст величини показників фізико-хімічного стану ґрунту до вихідного рівня за умови тривалого забруднення агроєкотопів ВМ, середнє за 2012–2014 рр.: варіанти: 1 фон – природний фон важких металів (контроль); 5, 10, 100 фонів – перевищення природного фону ВМ відповідно у 5, 10, 100 разів, рН сольове; гумус, %; гідролітична кислотність, мг-екв. на 100 г ґрунту

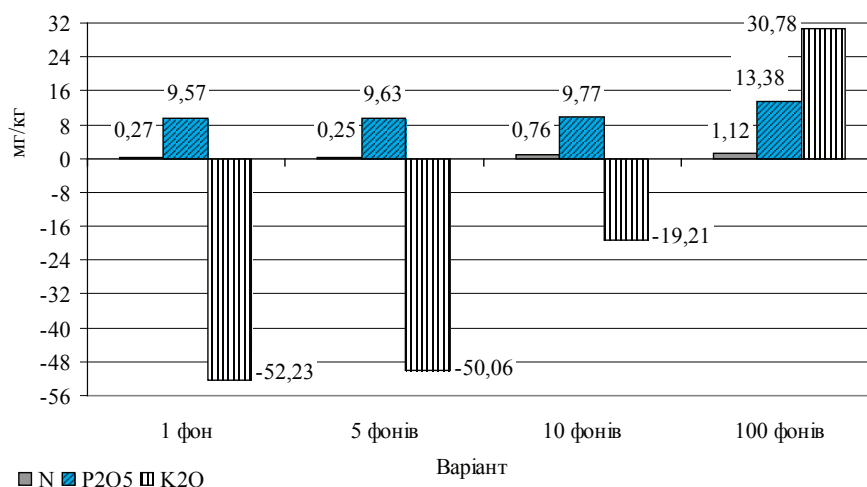


Рис. 2. Приріст величини показників поживного режиму ґрунту до вихідного рівня за умови тривалого забруднення агроєкотопів ВМ, середнє за 2012–2014 рр.: варіанти: 1 фон – природний фон важких металів (контроль); 5, 10, 100 фонів – перевищення природного фону ВМ відповідно у 5, 10, 100 разів, гідролізований азот; рухомий фосфор; обмінний калій, мг/кг ґрунту

Використання забруднених екоотопів для вирощування сільськогосподарських культур за систематичного внесення мінеральних добрив у рекомендованих дозах зумовило зміну концентрації рухомих форм поживних елементів у орному шарі ґрунту (рис. 2). Окультуреність ґрунту та вирощування в попередні роки люцерни, люпину, квасолі, кормових бобів сприяло підтриманню вмісту азоту на рівні близькому до вихідних значень, попри його дефіцитний баланс. Так, зокрема, впродовж 2012–2014 рр. інтенсивність господарського балансу азоту була 63–82 %. Кількість гідролізованих форм азоту, як і гумусу, на ділянках з високим забрудненням (100 фонів) мала тенденцію до зниження, порівняно з вихідним ґрунтом.

Позитивний баланс фосфору в агроекотопі (інтенсивність господарського балансу фосфору 107–137 %) свідчить про присутність в ґрунті вільних фосфатів, які можуть брати участь у зв'язуванні катіонів свинцю, кадмію, цинку, що призводить до зниження їх рухомості. Але чіткого підтвердження цьому в наших дослідженнях не отримано. Варіювання вмісту рухомих фосфатів як при закладанні дослідів, так і в період вирощування кукурудзи на зерно було на середньому рівні – $V=12,0\%$ і $V=10,6\%$, відповідно, а рівень ймовірності – HIP_{05} 37,9 і 35,97, перевищувався за обох строків лише на ділянках з 100 разовим перевищенням фону. Але, напевно чи коректно стверджувати, що таке помітне зниження кількості рухомих фосфатів у період 2012–2014 рр. на ділянках, забруднених ВМ, порівняно з контролем (на 33,3–40,4 мг/кг ґрунту), свідчить про активну детоксикуючу дію фосфатів в цих варіантах (див табл. 1). Адже, порівняно з вихідним ґрунтом кількість фосфатів не знизилась, а зросла: у варіантах контролю та перевищення фону у 5 і 10 разів – на 9,6–9,8 мг/кг ґрунту, а в найзабрудненішому екоотопі (100 фонів) – навіть на 13,4 мг/кг. Зважаючи на позитивний баланс фосфору, можливо частина фосфатів дійсно витрачалась на поєднання у сполуки з ВМ. Адже, наприклад, для зв'язування 100 мг свинцю потрібно лише близько 40 мг фосфорного ангідриду. Аналіз продуктивності кукурудзи на зерно підтверджує високу толерантність рослин до ВМ в досліді, що може бути непрямим підтвердженням часткової детоксикації свинцю і кадмію фосфором.

Найбільшу неоднорідність ділянка дослідів мала за забезпеченістю обмінним калієм. Як при закладанні дослідів, так і під час вирощування кукурудзи на зерно (2012–2014 рр.) варіювання показника було значним: $V=31,0\%$ і $V=22,4\%$, відповідно. Утім, при порівнянні абсолютних значень на кожній з ді-

лянок, виявлено чітку тенденцію до збіднення ґрунту обмінним калієм у варіантах контролю та за 5-ти і 10-ти разового перевищення фону ВМ. Втрати становили 19,2–52,2 мг K_2O на кг ґрунту. На ділянках з 100 разовим підвищенням фону ВМ, навпаки, отримано зростання кількості доступних рослинам форм калію на 30,8 мг/кг ґрунту. Цей результат підтверджується балансовими розрахунками, згідно з якими інтенсивність балансу калію в досліді складала 75–107 %, причому саме у варіанті з найбільшим забрудненням ґрунту інтенсивність балансу була 107 %. Накопичення обмінних сполук калію саме у цьому варіанті, за нашими переконаннями, пов'язано з різким зниженням урожайності сільськогосподарських культур і відповідним зменшенням відчуження біогенних елементів, у тому числі калію, із зерном та надземною вегетативною масою.

Висновки

1. За тривалого техногенного впливу на екосистему сірого лісового грубопилуватого легкосуглинкового ґрунту та накопичення в ньому свинцю до 100 мг/кг, кадмію до 2,0, цинку до 50 мг/кг не відбулось погіршення фізико-хімічних властивостей у верхньому 0–20-ти сантиметровому шарі ґрунту, порівняно з природним фоном. За концентрування свинцю у кількості 1000 мг/кг, кадмію – 20, цинку – 500 мг/кг ґрунту відмічено підвищення обмінної кислотності на 1,27 одиниці рН, гідролітичної – на 1,24 мг-екв./100 г ґрунту і втрату гумусу на 0,26 %.

2. В умовах систематичного застосування мінеральних добрив в агроценозах збільшення концентрації свинцю до 100 мг/кг, кадмію до 2,0, цинку до 50 мг/кг у сірому лісовому ґрунті не спричинило зниження кількості доступних рослинам форм азоту, фосфору, калію, порівняно з природним фоном. У зв'язку з різким зменшенням урожайності рослин у агроекотопах з найвищою інтенсивністю забруднення ґрунту (свинцю – 1000 мг/кг, кадмію – 20, цинку – 500 мг/кг), внесені з добривами нутрієнти не були залучені до формування фітомаси і кількість доступного рослинам фосфору і калію в верхньому 0–20-ти сантиметровому шарі відповідно зросла на 13,4 і 30,8 мг/кг ґрунту, порівняно з вихідними даними.

3. За результатами досліджень не виявлено чіткого прямого підтвердження зв'язування катіонів свинцю, кадмію, цинку фосфатами. Утім, висока толерантність рослин кукурудзи до ВМ, виявлена в досліді та менші темпи накопичення фосфатів ґрунтом, порівняно з калієм, можуть бути непрямим підтвердженням часткової детоксикації свинцю і кадмію фосфором.

Література

1. Горбатов В. С. *Адсорбция Zn, Pb, Cd почвой и кислотно-основное равновесие* / В. С. Горбатов, Н. Г. Зырин // *Вестн. МГУ.* – 1988. – Сер 17. – № 3. – С. 21–25.
2. Кривіч Н. Я. *Вміст важких металів під озимою пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку* / Н. Я. Кривіч, Ю. А. Білявський, Я. П. Мандзик, М. М. Гаєвський // *Вісник ДАУ.* – 2004. – № 1. – С. 63–68.
3. Корсун С. Г. *Спосіб фіторе mediaції сільськогосподарських земель, забруднених важкими металами* / С. Г. Корсун, Г. В. Давидюк, І. І. Клименко, Н. І. Довбаш, Т. М. Хмара // *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»* – К.: ВП „Едельвейс”, 2014. – Вип. 1–2. – С. 51–53.

4. Шпаар Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Під заг. ред. Д. Шпаара. – К.: Альфа-стевія ЛТД, 2009. – 396 с.
5. Логінова І. В. Прогнозування ефективності добрив під кукурудзу на зерно за даними ґрунтової діагностики / І. В. Логінова, С. Ю. Смик // Наукова доповідь НУБіП України. – 2012. – № 3. – С. 32. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12liv.pdf
6. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2004 : [чинний від 2004-12-09]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 19 с. – (Національний стандарт України).

References

1. Gorbatov V. S., Zyirin N. G. (1988). Adsorbtsiya Zn, Pb, Cd pochvoy i kislotno-osnovnoe ravnovesie [Adsorption of Zn, Pb, Cd by soil and acid-base equilibrium]. Vestn. MGU, 3 (17), 21–25. (in Russian).
2. Kryvich N. Ya., Biliavskiy Yu. A., Mandzyk Ya. P., Haievskiy M. M. (2004). Vmist vazhkykh metaliv pid ozytoiu pshenyitseiu ta yii produktyvnist zalezno vid system udobrennia ta sposobiv osnovnoho obrobittu [The content of heavy metals under winter wheat and its performance depending on fertilization systems and methods of basic soil]. Visnyk DAU, 1, 63–68. (in Ukrainian).
3. Korsun S. H., Davydiuk H. V., Klymenko I. I., Dovbush N. I., Khmara T. M. (2014). Sposib fitoremediatsii silskohospodarskykh zemel, zabrudnennykh vazhkyu metalamy [Method of phytoremediation farmland contaminated by heavy metals]. Mizvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo». Kyiv, 1–2, 51–53. (in Ukrainian).
4. Shpaar D. (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannya, zbyrannya, konservuvannya i vykorystannya [Corn. Growing, harvesting, conservation and utilization]. Alfa-stevia LTD, 396. (in Ukrainian).
5. Lohinova I. V., Smyk S. Yu. (2012). Prohnozuvannya efektyvnosti dobryv pid kukurudzu na zerno za danymy ґруntovoi diahnostryky [Prediction efficiency of fertilizers for maize grain according to soil diagnosis]. Naukova dopovid NUBiP Ukrainy, 3, 32. (in Ukrainian).
6. Yakist ґруntu. Pokaznyky rodiuchosti ґруntiv [The quality of the soil.. Indicators of soil fertility]. (2006). DSTU 4362:2004. Kyiv.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian).

Корсун С.Г., Довбаш Н.И.

Изменение агрохимических показателей плодородия почв под влиянием загрязнения тяжелыми металлами

Целью исследования было установить изменения физико-химических и агрохимических характеристик серой лесной крупнопылеватой легкосуглинистой почвы в зависимости от загрязнения экотопов тяжелыми металлами. Методы. Полевой, лабораторный, математико-статистический. Результаты. Приведены результаты исследования почвы участков с чрезмерным содержанием тяжелых металлов и трансформирования агрохимических характеристик серой лесной почвы при выращивании кукурузы на зерно. Установлено, что в условиях систематического применения минеральных удобрений в агроценозах увеличение концентрации свинца до 100 мг/кг, кадмия до 2,0, цинка до 50 мг/кг в серой лесной почве не повлекло снижение количества доступных растениям форм азота, фосфора, калия, по сравнению с естественным фоном. При концентрации свинца в количестве 1000 мг/кг, кадмия – 20, цинка – 500 мг/кг отмечено повышение обменной и гидролитической кислотности и потерю гумуса.

Ключевые слова: агрохимические показатели почвы, физико-химические показатели почвы, загрязнение почвы, кукуруза, минеральные удобрения.

Korsun S. H., Dovbush N. I.

The change in agrochemical indicators of soil fertility under the influence of heavy metal contamination

The aim of the study was to establish changes in the physico-chemical and agrochemical characteristics of gray forest large-clay loamy soil, depending on the contamination of ecotopes by heavy metals. Methods. Field, laboratory, mathematical and statistical. Results. The results of the study of the soil of areas with an overdimensioned content of heavy metals and the transformation of agrochemical characteristics of gray forest soil in the cultivation of corn for grain. It was established that under conditions of systematic application of mineral fertilizers in agroecosystems, an increase in the lead concentration to 100 mg/kg, cadmium to 2,0, zinc to 50 mg/kg in gray forest soil did not result in a decrease in the amount available forms of nitrogen, phosphorus, potassium by plants, compared with the natural background. Concentration of lead in the amount of 1000 mg/kg, cadmium – 20, zinc – 500 mg/kg marked an increase in exchange and hydrolytic acidity and loss of humus.

Key words: agrochemical soil indicators, physical and chemical soil characteristics, contamination of soil, corn, mineral fertilizers.

Рецензенти:

Ткаченко М.А. – доктор с.-г. наук

Балаев А.Д. – доктор с.-г. наук

Стаття надійшла до редакції: 21.09.2016 р.