

6. Salt C.A., Mayes R.W. (1992). Effects of season, grazing intensity and diet composition on the radiocaesium intake by sheep on re-seeded hill pasture. *J. Appl. Ecol.*, vol. 29. pp. 378–387 (*in English*).
7. Salt C.A., Mayes R.W. (1991). Seasonal variation in radiocaesium uptake by reseeded hill pasture grazed at different intensities by sheep. *J. Appl. Ecol.*, vol. 28, pp. 947–962 (*in English*).
8. Paladines O. (1997). Feed evaluation systems for the tropics of Latin America. In: W.J. Pigden, C.C. Balch and M. Graham (Ed.). *Standardization of Analytical Methods for Feeds. Proc. Workshop held in Ottawa Canada. IDRC.*, vol. 134, pp. 36–37 (*in English*).
9. Zemelink G. (1980). Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forage. *Agricultural Research Reports 896*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 78 p. (*in English*).
10. Romanenko A.A. (2010). *Otsenka i ekologicheskoe obosnovanie kompleksnykh priemov korrektsii pollyutantov v sisteme «pochva — rastenie — zhivotnoe»: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni doktora biologicheskikh nauk, ekologiya* [Evaluation and ecological substantiation of complex methods of correction of pollutants in the system «soil — plant — animal»: Abstract of Doctor of Biological Sciences dissertation, Ecology, Bryansk State Agricultural Academy]. Bryansk, 33 p. (*in Russian*).

УДК 631.811:631.8

ВПЛИВ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА МІГРАЦІЮ РАДІОНУКЛІДІВ У СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ

М.Г. Василенко¹, А.П. Стадник², П.М. Душко¹

¹ Інститут агроєкології і природокористування НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет

У польових і лабораторних дослідженнях на сірих лісових ґрунтах дослідного поля Інституту агроєкології і природокористування НААН упродовж восьми років (2004–2011) вивчали вплив нових вітчизняних органо-мінеральних добрив Віталіст, Оазис, Добродій на врожайність і якість зерна, а також в інших дослідженнях зменшення переходу радіонуклідів у продукцію різних сільськогосподарських культур, у т.ч. зерно кукурудзи. Встановлено, що застосування вказаних добрив сприяло збільшенню вмісту рухомих форм фосфору і калію в ґрунті навіть за підвищення врожайності, а також активізації біоти, зниженню фітотоксичності ґрунту. Доведено екологічну та економічну доцільність застосування нових органо-мінеральних добрив Віталіст, Оазис, Добродій.

Ключові слова: сірі лісові ґрунти, органо-мінеральні добрива, Віталіст, Оазис, Добродій, урожайність, кукурудза, якість, продукція.

Основною умовою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур належної якості є дотримання засад землеробства, особливо забезпечення оптимального живлення рослин, що неможливо без застосування добрив.

За останні 12 років внесення добрив та інших засобів хімізації різко скоротилося, що призвело до зниження родючості ґрунтів і врожайності сільськогосподарських культур.

Одним із сучасних напрямів збереження та підвищення продуктивності земель є впровадження у сільськогосподарське виробництво енергозберігаючих технологій із використанням нових вітчизняних добрив.

Мета роботи — вивчення та агроєкологічне обґрунтування щодо застосування нових вітчизняних добрив, створених в Україні на основі вітчизняної сировини.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досліджень були вибрані такі органо-мінеральні добрива:

© М.Г. Василенко, А.П. Стадник, П.М. Душко, 2016

Віталіст — нове рідке органо-мінеральне добриво, до складу якого входить 3,4% амонійного азоту, 6,5 — фосфору, 7,9 — калію, 0,53 — міді, 0,36 — бору, 0,12% молібдену. Крім того, до його складу входять гумінові та фульвокислоти, біологічно активні речовини з антистресовою активністю для рослин;

Оазис — рідке світло-коричневого кольору добриво з об'ємною масою 1,46 г/см². До його складу входять такі мікроелементи: азот — 20,6% (у т.ч. нітратний — 0,6, амідний — 20,0), окис калію — 4,5, мікроелементи: сірка — не менше 0,1, бор — 0–0,071, кобальт — 0,006–0,0084, мідь — 0,014–0,20, цинк — 0,026–0,091, залізо — 0,08, марганець — 0–0,079, молібден — 0–0,018, магній — 2,0% [1];

Добродій — нове композиційне, високо-ефективне, багатофункціональне добриво, до складу якого входять: азот нітратний — 1,1%, азот амідний — 21,1, окис калію — 3,8%, мікроелементи: сірка — 0,16 мг/кг, магній — 1,8–2,2, бор — 0,0225–0,0250, мідь — 0,125–0,150, цинк — 0,075–0,100, молібден — 0,00050–0,00075 мг/кг [1].

Як стандарт у дослідях було обрано Гумісол — водна витяжка із біогумусу.

За даними агроекологічних аналізів ґрунти перед закладкою дослідів мали таку агрохімічну характеристику: вміст гумусу становив 1,18%, гідролізованого азоту за Корнфільдом — 70–75 мг/кг, рухомого фосфору — 150–160, рухомого калію — 100–110 мг/кг, рН_{KCl} — 5,0, гідролітична кислотність — 2,4, обмінні основи (мг/кг): Са — 7,0, Mg — 1,0; мікроелементи (мг/кг): Mn — 17, Cu — 4,4, Zn — 6,9, важкі метали (мг/кг): Cd — 0,1, Pb — 1,7, тобто забезпеченість ґрунту поживними речовинами була низькою.

До переліку досліджених робіт входило: проведення польових і лабораторних досліджень щодо агроекологічних особливостей впливу органо-мінеральних добрив на сірі лісові ґрунти Лісостепу України.

Перед закладкою дослідів, за основного обробітку ґрунту, під кукурудзу (гібрид 1-го покоління Говерла Інституту землеробства НААН) [2] з осені було внесено

P₉₀K₁₂₀ кг/га у д.р. — гранульованого суперфосфату і хлористого калію. Весною під час передпосівної культивуації, з чотириразовим повторенням, внесли N₁₂₀ кг/га у д.р. — аміачної селітри; розмір облікової ділянки становив 25–100 м².

Аналітичні роботи проводили згідно із загальноприйнятими методиками і ГОСТ.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На відміну від традиційних мінеральних добрив, значна частина яких після внесення зв'язується у ґрунті, в органо-мінеральних добривах (ОМД) макро- і мікроелементи перебувають у фізіологічно-активній формі, повністю засвоюються у разі нанесення на насіння та за позакореневого підживлення, що дає змогу за невеликих доз забезпечувати істотне посилення росту і розвитку посівів.

Результати досліджень застосування ОМД на посівах кукурудзи наведено в табл. 1.

Агроекологічні та агрохімічні показники ґрунту під час збирання врожаю наведено в табл. 2.

Реакція ґрунтового розчину та гідролітична кислотність. Визначення рН сірого лісового ґрунту засвідчило, що ґрунт має кислу реакцію. За оброблення насіння ОМД у шарі ґрунту 0–20 см змін рН ґрунту і гідролітичної кислотності (Нг) не спостерігалось (табл. 2).

За обприскування посівів ОМД у дозі 20 л/га у шарі ґрунту 0–20 см реакція рН була вищою від контролю на 0,2 одиниці, а порівняно зі стандартним варіантом, мала однакові показники на рівні контролю. Гідролітична кислотність ґрунту за використання Віталісту знизилась порівняно з контролем на 0,1 одиниці. У варіантах з застосуванням Оазису (20 л/га) гідролітична кислотність ґрунту знизилась на 0,5 мг-екв/100 г ґрунту.

Вплив ОМД на обмінні основи та катіонно-обмінну спроможність ґрунту. Унаслідок обробки насіння Віталістом уміст обмінних основ — Са⁺² зріс порівняно з контролем на 2,7 мг-екв/100 г ґрунту, Mg⁺² — на 0,1, сума увібраних основ — на 2,8

Таблиця 1

**Урожайність та якість зерна кукурудзи залежно від застосування доз ОМД
(сірий лісовий ґрунт, середнє за 2004–2011 рр.)**

Варіанти	Органо-мінеральні добрива					
	Віталіст		Оазис		Добродій	
	урожайність, т/га	вміст білка, %	урожайність, т/га	вміст білка, %	урожайність, т/га	вміст білка, %
Контроль (вода)	6,71	6,87	7,56	9,0	6,30	7,90
Гумісол (стандарт), 12 л/га	7,62	7,24	8,32	0,16	7,92	8,83
Органо- мінеральне добриво, 1 доза	7,88	7,30	8,61	0,30	7,13	9,12
Органо-міне- ральне добриво, 2 дози	8,28	7,33	10,29	9,45	8,12	9,54
Органо-міне- ральне добриво, 3 дози	8,48	7,74	9,59	9,80	8,69	9,66
НІР ₀₅	0,18		0,99		0,36	

Таблиця 2

**Залежність агрохімічних показників сірого лісового ґрунту під кукурудзою
на зерно від застосування ОМД (середнє за 2004–2011 рр.)**

Варіанти	Нг	рН	Обмінні основи, мг-екв/100 г ґрунту		Вміст гумусу, %	Гідролізо- ваний азот, мг/кг	Рухомий фосфор, мг/кг	Рухомий калій, мг/кг
			Ca	Mg				
<i>За оброблення насіння: шар ґрунту – 0–20 см</i>								
Контроль (вода)	2,5	4,8	7,0	1,0	1,18	73,9	158	100
Гумісол, 12 л/т (стандарт)	2,4	5,0	8,7	0,9	1,19	–	169	110
Віталіст, 20 л/т	2,4	5,0	9,7	1,1	1,21	73,7	202	127
Оазис, 20 л/т	2,4	5,0	9,4	1,5	1,20	74,3	203	126
Добродій, 20 л/т	2,4	5,0	8,7	1,1	1,21	74,3	202	126
НІР ₀₅	0,21	0,40	0,78	0,09	0,11	6,08	14,74	9,80
<i>За обприскування посівів: шар ґрунту – 0–20 см</i>								
Контроль, (вода)	2,6	4,8	6,96	0,59	1,18	72,4	145	94
Гумісол, 12 л/га (стандарт)	2,5	5,0	7,15	0,74	1,21	74,2	171	194
Віталіст, 20 л/га	2,4	5,0			1,21	69,2	190	153
Оазис, 0 л/га	2,1	5,0			1,20	73,1	191	155
НІР ₀₅	0,22	0,42	0,63	0,07	0,11	5,99	14,33	13,79

мг-екв/100 г ґрунту; за застосування Оазису — відповідно на 2,4, 0,5 та 2,9 мг. Обмінні основи Ca^{+2} і Mg^{+2} за використання Віталісту у дозі 20 л/т зросли на 1,0 та 0,2 мг-екв/100 г ґрунту порівняно із застосуванням Гумісолу (стандарт); Оазису — на 0,7 і 0,6 мг-екв/100 г ґрунту відповідно. Сума увібраних основ за оброблення ОМД зростає так (мг-екв/100 г ґрунту): Віталіст — на 1,2, Добродій — на 0,2, Оазис — на 1,3 порівняно із стандартом (табл. 2).

Отже, застосування ОМД Віталіст, Оазис та Добродій у дозах 20 л/т на сірих лісових ґрунтах позитивно вплинуло на вміст обмінних основ Ca^{+2} і Mg^{+2} , а також на суму увібраних основ порівняно з контролем та стандартом. Пояснюється це можливим позитивним ефектом мікробіологічних процесів у ризосфері рослин завдяки зростанню загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті, що сприяє перетворенню важкодоступних сполук у рухомі форми. Ймовірно, проявляється позитивний вплив попередника (пшениці озимої), що сприяло збагаченню ґрунту поживними рештками та їхній активній мінералізації.

Вплив ОМД на вміст гумусу у ґрунті. У ґрунті дослідної ділянки в середньому за роки досліджень за оброблення насіння ОМД помітного збільшення вмісту гумусу у ґрунті не спостерігалось.

Вплив ОМД на поживний режим ґрунту. Азотний режим. Під час оцінювання впливу ОМД на вміст органічних сполук гідролізованого азоту у ґрунті (у кількісному співвідношенні) виявилось, що у всіх варіантах дослідів він був майже на одному рівні (табл. 2). Унаслідок застосування ОМД як за обробки насіння, так і за обприскування посівів вміст гідролізованого азоту у деяких варіантах дослідів незначно зростає.

Рухомі сполуки фосфору. Внаслідок застосування ОМД вміст рухомого фосфору змінювався. Так, кількісний вміст рухомих фосфатів варіював у межах 158–203 мг/кг за оброблення насіння рослин ОМД Віталіст, Оазис і Добродій та у межах 145–191 мг/кг за обприскування посівів. За роки проведення досліджень у шарі ґрун-

ту 0–20 см вміст рухомого фосфору за обприскування посівів збільшився на 26–46 мг/кг порівняно з контролем і на 19–20 мг/кг — зі стандартом. Унаслідок обробки Гумісолу вміст рухомого фосфору підвищувався на 11–26 мг/кг ґрунту, Оазисом — на 45–46 мг/кг порівняно з контролем. Отже, ОМД позитивно впливали на вміст рухомого фосфору у ґрунті та сприяли перетворенню важкорозчинних форм фосфору у рухомі.

Рухомий калій. Вміст рухомого калію у ґрунті за різних способів застосування ОМД перевищував контроль. Так, збільшення рухомого калію за застосування Віталісту становило 27–59 мг/кг ґрунту порівняно з контролем. За позакореневого обприскування Оазисом рівень обмінного калію збільшувався на 26 мг/кг порівняно з контролем та на 16 мг/кг — зі стандартом. За позакореневого обприскування посівів Віталістом вміст обмінного калію у шарі ґрунту 0–20 см підвищився на 59 мг/кг, Оазисом — на 61 мг/кг порівняно з контролем. За застосування Гумісолу вміст рухомого калію в проведених дослідженнях на сірому лісовому ґрунті підвищився на 10–100 мг/кг ґрунту. Отже, ОМД Віталіст, Оазис та Добродій позитивно впливали на підвищення вмісту обмінного калію у ґрунті та сприяли переходу необмінних форм у обмінні.

Вплив ОМД на вміст мікроелементів у ґрунті. Зміна агрохімічних властивостей ґрунту внаслідок тривалого застосування добрив впливає на рухомість, трансформацію і біогенну міграцію мікроелементів. За нестачі мікроелементів у ґрунті ефективність добрив знижується на 10–12%, і навіть більше. Вміст мікроелементів у 0–20 см шарі сірого лісового ґрунту за оброблення насіння ОМД у роки проведення досліджень був вищим порівняно з контролем. Вміст мікроелементів на контролі (без оброблення) та за позакореневого обприскування посівів ОМД становив (мг/кг): марганцю (Mn) — 18 та 20, міді (Cu) — 4,0 та 4,4, цинку (Zn) — 6,9 та 6,9 відповідно.

За оброблення насіння Віталістом у шарі ґрунту 0–20 см вміст Mn підвищився

на 2 мг/кг порівняно зі стандартом; уміст Cu був на однаковому рівні з контролем і вищим на 1 мг/кг порівняно зі стандартом; уміст Zn підвищився на 0,4 мг/кг порівняно з контролем та стандартом. За оброблення насіння Оазисом уміст Mn був на рівні контролю та вищим на 1 мг/кг ґрунту порівняно зі стандартом. За вмістом Cu — зріс на 0,1 мг/кг ґрунту порівняно із контролем та на 1,1 мг/кг — із стандартом, а за вмістом Zn, навпаки, зменшився на 0,4 мг/кг відповідно.

Отже, внаслідок застосування ОМД уміст мікроелементів у ґрунті підвищується незначно чи не змінюється взагалі порівняно з контролем.

Вплив ОМД на вміст важких металів у ґрунті. За роки проведення досліджень вміст важких металів на дослідних ділянках поля у разі застосування ОМД був на рівні контролю та стандарту та становив (мг/кг): за Cd — 0,1 та Pb — 1,7 у верхньому шарі ґрунту. У всіх дослідних варіантах не було перевищення ГДК у ґрунті,

що свідчить про екологічну безпечність їх використання (табл. 3).

За результатами досліджень також встановлено, що на дерново-підзолистому ґрунті Полісся і чорноземах опідзолених правобережної частини Лісостепу Київської обл. з рівнем забруднення ^{137}Cs — 5–10 Кі/км² і ^{90}Sr 1,5 Кі/км² завдяки застосуванню 40 т/га гною і мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ спостерігається зниження вмісту ^{137}Cs у картоплі сорту Луговська на 0,4 Бк/кг, а підвищення норми калійних добрив з 90 до 120 кг/га + 40 т/га гною знижує вміст радіонукліда відповідно на 0,60 Бк/га.

На дерново-підзолистому ґрунті з рівнем забруднення ^{137}Cs 5–10 Кі/км² у середньому за три роки досліджень вміст радіонукліда в однорічних травах та картоплі завдяки агрохімічним заходам значно знижується. Так, за вирощування однорічних трав на фоні мінеральних добрив уміст ^{137}Cs знизився у 2–3 рази порівняно з абсолютним контролем. Коефіцієнт накопичення (КН) становить 0,34, що на 0,69

Таблиця 3

Вміст мікроелементів і важких металів у ґрунті під посівами пшениці ярої за застосування ОМД (сірі лісові ґрунти, середнє за 2006–2009 рр.)

Варіанти	Вміст мікроелементів, мг/кг			Вміст важких металів, мг/кг	
	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb
<i>За оброблення насіння: шар ґрунту 0–20 см</i>					
Контроль (вода)	18	4,0	6,9	0,1	1,7
Емістим, 10 мл/т	18	3,9	7,1	0,1	1,7
Гумісол, 12 л/т (стандарт)	17	3,0	6,9	0,1	1,7
Віталіст, 20 л/т	20	4,0	7,3	0,1	1,7
Оазис, 20 л/т	18	4,1	6,5	0,1	1,7
НІР ₀₅	1,67	0,31	0,58	0,01	0,02
<i>За позакореневого підживлення посівів: шар ґрунту 0–20 см</i>					
Контроль (вода)	20	4,4	6,9	0,1	1,7
Емістим, 10 мл/га	19	3,9	7,1	0,1	1,7
Гумісол, 12 л/га (стандарт)	20	3,6	6,9	0,1	1,7
Віталіст, 20 л/га	20	4,4	6,5	0,1	1,7
Оазис 20 л/га	19	3,5	6,3	0,1	1,7
НІР ₀₅	1,67	0,32	0,59	0,01	0,02

менше відповідно. Підвищення норми калійних добрив сприяло зниженню КН, натомість підвищення норми азотних добрив з 90 до 120 кг/га спричиняло збільшення ^{137}Cs у картоплі на 0,15 одиниць на суху речовину.

У інших дослідженнях на сірих лісових ґрунтах коефіцієнт переходу радіонуклідів у зерно сої внаслідок застосування ОМД мав такі показники: Екостим — 0,11–0,16, Гумісол — 0,15, Добродій 0,08–0,10 у соломі сої відповідно — 0,46–0,59; 0,84; 0,80–0,83.

ВИСНОВКИ

Унаслідок застосування ОМД гідролітична кислотність ґрунту, вміст гумусу та важких металів були на рівні контролю, спостерігався позитивний вплив на вміст

обмінних основ Ca^{+2} і Mg^{+2} , підвищення вмісту рухомих форм фосфору і калію та перетворення їх важкорозчинних сполук у рухомі форми.

Застосування ОМД сприяло підвищенню врожайності зерна кукурудзи на 13,2–37,9%, умісту білка в зерні кукурудзи на 0,97–1,20% та якості продукції сільськогосподарських культур загалом. До того ж вміст рухомих форм фосфору і калію в ґрунті не знижувався за підвищення врожайності культур, і навіть дещо зростав. На практиці доведено екологічну та економічну доцільність застосування нових ОМД Віталіст, Оазис та Добродій.

Застосування ОМД зменшує коефіцієнт переходу радіонуклідів у продукцію сільськогосподарських культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку): науково-виробниче видання [М.В. Присяжнюк, П.Т. Саблук, В.Я. Месель-Веселяк, М.М. Федоров]; за ред. П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. — К.: ННЦ ІАЕ, 2011. — 1008 с.
2. *Калинин Ф.Л.* Биологически активные вещества в растениеводстве / Ф.Л. Калинин. — К.: Наукова думка, 1984. — 316 с.
3. Біологічно активні речовини в рослинництві / З.М. Грицаєнко, С.П. Пономаренко, В.П. Карієнко та ін. — К.: ЗАТ «Нічлава», 2008. — 345 с.
4. *Пonomarenko С.П.* Регуляторы роста растений / С.П. Пономаренко. — К., 2003. — 312 с.
5. *Василенко М.Г.* Агроекологічне обґрунтування застосування нових вітчизняних добрив і регуляторів росту рослин в агроекосистемах Лісостепу і Полісся України: автореф. ... дис. д-ра с.-г. наук / М.Г. Василенко. — К., 2015. — 50 с.
6. *Петриченко В.Ф.* Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.Ф. Петриченко, В.В. Лихочвор. — Львів, 2014. — 1040 с.
7. *Волкогон В.В.* Значення регуляторів росту у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій / В.В. Волкогон, В.П. Сальник // Физиология и биохимия культурных растений. — 2005. — Т. 37, № 3. — С. 187–197.
8. *Толстоухов А.В.* Екобезпечний розвиток: пошук стратегем / А.В. Толстоухов, М.І. Хилько. — К.: Знання України, 2007. — 332 с.
9. Довідник з агроекології та природокористування / за ред. акад. О.І. Фурдичка. — К., 2012. — 177 с.
10. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

REFERENCES

1. Prysiazniuk M.V., Sabluk P.T., Mesel-Veseliak V.Ya., Fedorov M.M. (2011). *Ahrarnyi sektor ekonomiky Ukrainy (stan i perspektivy rozvytku): naukovy-vyrobnyche vydannia* [The agricultural sector of Ukraine (state and development prospects): Research and Production Edition]. Kyiv: NNTs IAE Publ., 1008 p. (in Ukrainian).
2. Kalinin F.L. (1984). *Biologicheski aktivnye veshchestva v rastenievodstve* [Biologically active substances in plant]. Kiev: Naukova dumka Publ., 316 p. (in Russian).
3. Hrytsaienko Z.M., Ponomarenko S.P., Karyienko V.P. (2008). *Biologichno aktyvni rehovyny v roslynnnytstvi* [Biologically active substances in plant]. ZAT «Nichlava» Publ., 345 p. (in Ukrainian).
4. Ponomarenko S.P. (2003). *Regulatory rosta rasteniy* [Plant growth regulators]. Kiev, 312 p. (in Russian).
5. Vasylenko M.H. (2015). «Agroecological substantiation of application of new national fertilizers and plant growth regulators in agricultural ecosystems forest-steppe and Polesie Ukraine», Abstract of doctor of Agricultural Sciences dissertation, Institute of Agroecology and Environmental, Kyiv, Ukraine, 50 p. (in Ukrainian).

6. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. (2014). *Roslynnytstvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur* [Plant growing. Technology of growing crops]. Lviv, 1040 p. (in Ukrainian).
7. Volkohon V.V., Salnyk V.P. (2005). *Znachennia rehulatoriv rostu u formuvanni aktyvnykh azotfiksuvalnykh symbioziv ta asotsiatsii* [Value growth regulators in the formation of active azotfiksuvalnykh symbioses and associations]. [Physiology and biochemistry cultural plants]. Vol. 37, No. 3. pp. 187–197 (in Ukrainian).
8. Tolstoukhov A.V., Khylo M.I. (2007). *Ekobezpechnyi rozvytok: poshuk stratehem* [Ecosafety development: strategies]. Kyiv: Znannia Ukrainy Publ., 332 p. (in Ukrainian).
9. Furdychko O.I. (2012). *Dovidnyk z ahroekolohii ta pryrodokorystuvannia* [Handbook of Agroecology and Environmental Sciences]. Kyiv, 177 p. (in Ukrainian).
10. Dospekhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).

УДК 574:630.16

THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN ORDER TO RESTORE FOREST ECOSYSTEMS CONTAMINATED WITH RADIONUCLIDE ¹³⁷Cs

M. Vinichuk¹, Y. Mandro¹, K. Rosén²

¹ Житомирський державний технологічний університет

² Шведський університет сільськогосподарських наук

Узагальнено результати трирічних досліджень щодо ефективності впливу разового внесення деревної золи як забрудненої, так і не забрудненої ¹³⁷Cs, а також за їх поєднаного внесення з калійними добривами на зменшення переходу радіонукліда з ґрунту у молоді пагони та листя деяких видів дерев та дикорослих ягідних рослин лісових екосистем Полісся України. Продемонстровано, що разове внесення як забрудненої ¹³⁷Cs деревної золи, так і не забрудненої у поєднанні з калійними добривами (50:50 у відсотковому складі за калієм) з розрахунку 100 кг у д.р. калію на 1 га знижує перехід радіонукліда з ґрунту у досліджувані рослини, в середньому за три роки на 35 та 20% відповідно. Для деяких видів дикорослих ягідних рослин (молоді пагони та листя чорниці і брусниці), а також деревних порід (молоді пагони та листя горобини і дуба) коефіцієнти переходу ¹³⁷Cs на третій (2014) рік після внесення меліорантів знизились на 40–70% порівняно з рослинами контрольного варіанта.

Ключові слова: деревна зола, калійні добрива, лісові рослини, ґрунт.

The use of bio-energy derived from bio-fuels has increased in recent years, which means that the amount of ash, which has to be taken care of is also increasing. Among other elements ash contains available potassium (K), which can be used as a fertilizer in contaminated forest and prevent accumulation of cesium. Most of those ashes have such properties that they meet the quality requirements of Forest Agency set up in their recommendations for returning the ashes to the forest. Ash

could serve as a soil amendment in forest and also as a measure to reduce the uptake of ¹³⁷Cs in woodland plants, especially fungi. Ashes coming from energy crop biofuels i.e. agricultural energy crops, short-rotation woody crops grown on contaminated soils can be used on arable land with similar purposes.

Following the Chernobyl accident in 1986 large areas of Ukraine, including forest areas were contaminated by the fallout of radioactive cesium (¹³⁷Cs). Even today, nearly 30 years after the accident, the elevated levels of ¹³⁷Cs in soil and forest vegetation, espe-