

УДК 511 (055)

ДИНАМІКА ВМІСТУ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ПРИКАРПАТТЯ ЗА ВНЕСЕННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД ПІД ВЕРБУ ЕНЕРГЕТИЧНУ

*В.І. Лопушняк**доктор сільськогосподарських наук**Г.М. Грицуляк**аспірант**Львівський національний аграрний університет*

На основі експериментальних досліджень встановлено, що за внесення компостів на основі осаду стічних вод досягається деяке зниження вмісту рухомих форм важких металів порівняно з внесенням свіжого осаду стічних вод. Вміст їх в орному (0–20 см) і підорному (20–40 см) шарах дерново-підзолистого ґрунту залежав від кількості внесеного свіжого осаду стічних вод і властивостей окремих хімічних елементів.

Ключові слова: *осад стічних вод, рухомі форми важких металів, компости, верба енергетична.*

.....

Однією з гострих екологічних проблем є перероблення та знешкодження органічних відходів очисних споруд комунального господарства. Неутилізовані відходи негативно впливають на навколишнє природне середовище: забруднюють повітря, поверхневі та підземні води, виводять із господарського обігу значні площі земель [1, 6]. З огляду на те, що осад стічних вод характеризується високим вмістом біогенних елементів та органічної речовини, його доцільно використовувати в сільському господарстві, особливо за наявного дефіциту органічних добрив.

Установлено, що забруднення ґрунту — важливого складника біосфери — поллютантами відбувається в основному внаслідок надходження їх з добривами. Систематичне застосування осаду стічних вод упродовж тривалого часу може підвищити рівень вмісту важких металів у ґрунті, що негативно вплине на рослини [4, 9].

Висока біопродуктивність ґрунту залежить від вмісту і складу органічної речовини та доступності мікроелементів. Важкі метали пригнічують процеси, інгібують активність ферментів ґрунту. Нестача або надлишок сприяють зниженню та погіршенню якості врожаю [1, 2, 4]. Потрапляючи в ґрунт, важкі метали постійно мігрують, переходячи в ту чи іншу форму хімічних сполук. Частина їх піддається гідролізу, може утворювати важкорозчинні сполуки і в такому вигляді закріплюється в середовищі ґрунту [6, 8]. Внесені з органічними і мінеральними добривами важкі метали концентруються у верхньому його шарі.

Використання осаду стічних вод як добрива обмежене внаслідок вмісту в ньому важких металів, які перебувають переважно у формі малорозчинних металоорганічних сполук (хелатів), що погано засвоюються рослинами [7, 10].

Певна частина важких металів може засвоюватися кореневими системами культурних рослин [3, 5, 9]. Тому безпечнішим способом застосування осаду стічних вод є внесення їх під енергетичні культури. Саме тому ми поставили за мету визначити вплив внесення осаду стічних вод як добрива під вербу енергетичну на динаміку важких металів у дерново-підзолистому ґрунті.

Польові дослідження проводили на дерново-підзолистих ґрунтах Прикарпаття в селі Чукалівка Тисменицького району Івано-Франківської області на колекційно-дослідному полі Івано-Франківського коледжу ЛНАУ. Варіанти досліду: 1. Контроль — без добрив; 2. Мінеральні добрива — $N_{100}P_{100}K_{100}$; 3. ОСВ — 40 т/га; 4. ОСВ — 60 т/га; 5. ОСВ — 80 т/га; 6. Компост ОСВ + тирса (3:1) — 60 т/га; 7. Компост ОСВ + солома (3:1) — 20 т/га; 8. Компост ОСВ + солома (3:1) — 40 т/га; 9. Компост ОСВ + солома (3:1) — 60 т/га; 10. Компост ОСВ + солома (3:1) + цементний пил 10 % — 40 т/га.

Схема садіння верби енергетичної: $0,33 \times 0,70$ м, ширина: 4,0 м, довжина 7,0 м. Площа облікової ділянки 28 м², повторність — триразова, загальна площа дослідної ділянки — 1296 м². Для проведення досліджень з визначення рухомих форм важких металів у ґрунті з кожного варіанта відбирали зразки ґрунту до

глибини 1 м. Дослідження проводили впродовж 2011 — 2014 р. у випробувальній лабораторії Івано-Франківської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів» «Держґрунтохорона» (свідоцтво про атестацію № А11-177 від 25.07.2011 р.) за стандартизованими методиками: ДСТУ 4770.7 : 2007; ДСТУ 4770.3 : 2007; ДСТУ 4770.9 : 2007.

Результати досліджень вказують на суттєвий вплив внесення осаду стічних вод на вміст важких металів у дерново-підзолистому ґрунті Прикарпаття (табл. 1).

Кобальт у ґрунті міститься в обмінній формі у вигляді водорозчинних сполук та сполук органічних речовин. Внесення мінеральних добрив сприяло зменшенню показника вмісту рухомих форм кобальту (варіант 2). У цьому варіанті показники його становили 1,2 мг/кг ґрунту в орному (0–20 см) і 1,3 мг/кг у підорному (20–40 см) шарах дерново-підзолистого ґрунту.

Внесення осаду стічних вод у нормі 80 т/га (варіант 5) сприяло збільшенню вмісту рухомих

форм кобальту в дерново-підзолистому ґрунті до 1,7 мг/кг в орному та 1,9 мг/кг у підорному шарах ґрунту. Зокрема, внесення компостів на основі осаду стічних вод сприяло зменшенню вмісту цього показника.

Мідь у ґрунті міститься у вигляді солей та комплексних металоорганічних сполук. Цей елемент може перебувати у водорозчинній формі, обмінній і поглинутій колоїдами формах. Надлишок міді в ґрунтах негативно впливає на організм тварин і людини, бо у великих дозах цей елемент проявляє отруйні властивості. Внутрішнім джерелом надходження міді в ґрунт є вивітрювання первинних мінералів, до складу яких входять прості та складні сульфідні. Мідь є одним із найменш рухомих елементів. Ступінь її рухомості залежить від кислотності ґрунту та зростає за умов підлужнення середовища ґрунту.

У контрольному варіанті показник вмісту рухомих сполук міді становив 5,8 мг/кг ґрунту в орному (0–20 см) і 6,1 мг/кг ґрунту у підорному (20–40 см) шарах. Застосування мі-

Таблиця 1

Динаміка вмісту важких металів у ґрунті під впливом внесення осаду стічних вод під вербу енергетичну (середнє за 2011–2013 р.)

Варіанти	Шар ґрунту, м	Важкі метали, мг/кг			
		Co	Cu	Ni	Cd
1. Без добрив (контроль)	0–20	0,85	5,81	0,85	0,09
	20–40	0,89	6,03	0,95	0,07
2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	0–20	1,22	8,99	1,24	0,21
	20–40	1,32	6,81	1,31	0,17
3. ОСВ — 40 т/га	0–20	1,29	8,81	1,27	0,26
	20–40	1,39	7,94	1,29	0,24
4. ОСВ — 60 т/га	0–20	1,44	9,12	1,34	0,28
	20–40	1,54	8,08	1,38	0,25
5. ОСВ — 80 т/га	0–20	1,65	9,91	1,54	0,31
	20–40	1,88	9,01	1,61	0,28
6. Компост ОСВ + тирса (3 : 1) – 60 т/га	0–20	1,43	8,95	1,32	0,27
	20–40	1,51	7,03	1,44	0,21
7. Компост ОСВ + солома (3 : 1) – 20 т/га	0–20	1,47	6,91	1,12	0,22
	20–40	1,49	6,01	1,21	0,51
8. Компост ОСВ + солома (3 : 1) – 40 т/га	0–20	1,25	7,83	1,28	0,21
	20–40	1,65	7,02	1,34	0,17
9. Компост ОСВ + солома (3 : 1) – 60 т/га	0–20	1,59	11,13	1,39	0,26
	20–40	1,79	11,01	1,44	0,23
10. Компост ОСВ + солома (3 : 1) + цементний пил 10 % — 40 т/га	0–20	1,56	11,42	1,41	0,28
	20–40	1,81	11,92	1,42	0,27

неральної системи удобрення забезпечувало підвищення вмісту показника рухомих сполук міді до 9 мг/кг ґрунту на глибині 0–20 см та 6,8 мг/кг ґрунту в підорному шарі. Під впливом органічної системи удобрення показник вмісту міді поступово зростає зі збільшенням норми внесення осаду стічних вод, що пов'язано зі зростанням кислотності.

Загалом вміст рухомих сполук міді під впливом удобрення коливався в межах 9,0–11,4 мг/кг ґрунту в орному (0–20 см) шарі.

Розподіл рухомих форм нікелю у профілі ґрунту залежить від життєдіяльності рослин, вмісту органічної речовини, аморфних оксидів та глинистої фракції. Отримані результати вмісту нікелю в дерново-підзолистому ґрунті свідчать про накопичення цього елемента в верхніх генетичних горизонтах ґрунту. У контрольному варіанті показник вмісту рухомих сполук нікелю становив 0,85 мг/кг ґрунту в орному (0–20 см) та 0,95 мг/кг ґрунту у підорному (20–40 см) шарах. Внесення мінеральних азотно-фосфорно-калійних добрив сприяло підвищенню вмісту показника рухомих сполук нікелю до 1,24 мг/кг ґрунту на глибині 0–20 см та 1,31 мг/кг ґрунту на глибині 20–40 см.

Внесення осаду стічних вод у нормі 80 т/га (варіант 5) сприяло зростанню вмісту рухомих форм нікелю в ґрунті до 1,4 мг/кг в орному та 1,61 мг/кг у підорному шарах.

Кадмій — малопоширений елемент, проте забруднення ним ґрунту є одним із найнебезпечніших екологічних явищ. Середній показник його вмісту в ґрунті коливається в межах

0,2–4,0 мг/кг ґрунту і зростає під впливом внесення свіжого осаду стічних вод. Із глибиною показник вмісту кадмію зменшується порівняно з орним (0–20 см) шаром ґрунту.

Цинк належить до високотоксичних елементів, він поширений у земній корі, але в ґрунті трапляється в дуже незначних кількостях. Цинк і кадмій є супутніми елементами. У верхньому шарі (0–20 см) показник вмісту рухомих сполук цинку найвищий у варіанті, де вносили органічні добрива на основі осаду стічних вод у нормі 80 т/га (варіант 5) та компост на основі осаду стічних вод + тирса (3 : 1) у нормі 60 т/га (варіант 6) і становили відповідно 7,9 та 7,8 мг/кг ґрунту. Застосування мінеральної системи удобрення сприяло підвищенню вмісту рухомих форм цинку на 0,24 мг/кг ґрунту порівняно з контрольним варіантом.

Модель залежності показника вмісту рухомих сполук цинку у верхньому шарі (0–20 см) дерново-підзолистого ґрунту від внесення осаду стічних вод під вербу енергетичну можна описати таким лінійним рівнянням регресії:

$$y = 0,4712x + 2,8033,$$

де y — вміст рухомих сполук цинку, мг/кг ґрунту; x — норми внесення осаду стічних вод як органічного добрива, т/га.

Множинний коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,43$) вказує на помірний зв'язок між вмістом рухомих сполук цинку та застосуванням осаду стічних вод.

Серед усіх важких металів **свинець** найменш лабільний, тому що його вміст у ґрунтах,

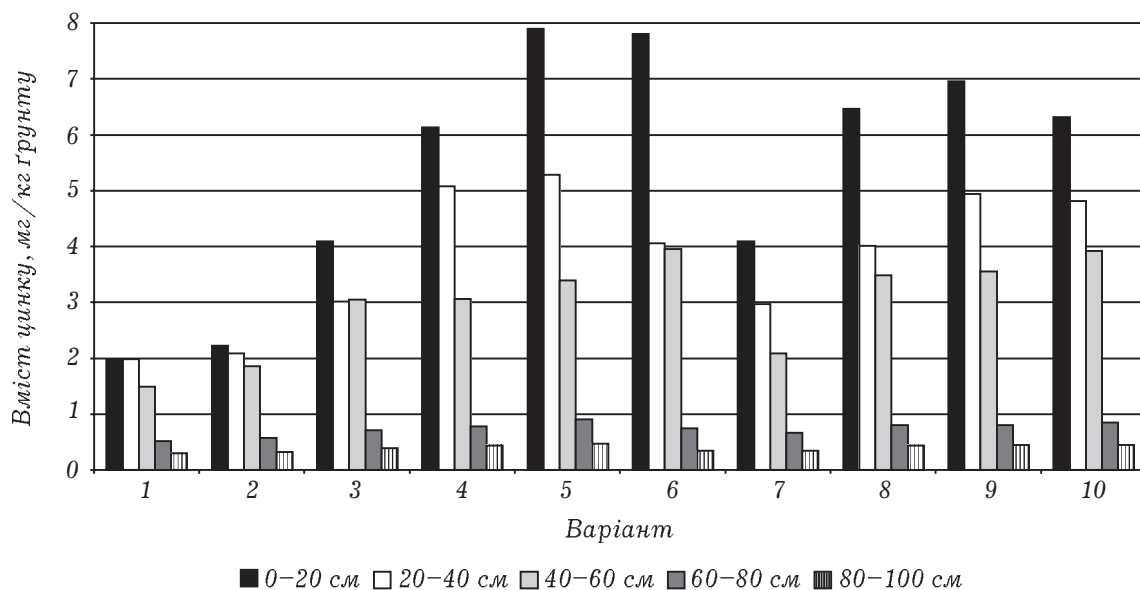


Рис. 1. Вміст рухомих сполук цинку в дерново-підзолистому ґрунті Прикарпаття під впливом внесення осаду стічних вод (середнє за 2011–2014 рр.)

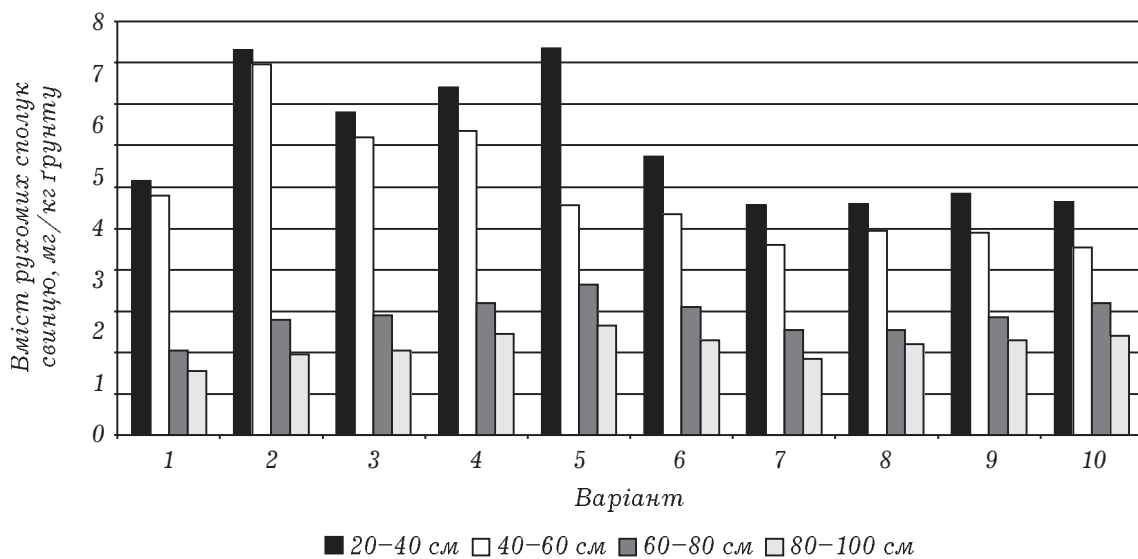


Рис. 2. Вміст рухомих сполук свинцю в дерново-підзолистому ґрунті Прикарпаття під впливом застосування осаду стічних вод та компостів на його основі (середнє за 2011–2014 рр.)

порівняно невисокий. У наших дослідженнях цей показник коливався в значно ширшому діапазоні — 1,2 до 2,0 мг/кг ґрунту на глибині 0–20 см (рис. 2).

Свинець також належить до сильних забруднювачів і особливо небезпечних важких металів. У наших дослідженнях показники вмісту рухомих форм свинцю залежали від внесених добрив, зокрема осаду стічних вод.

Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню показника вмісту рухомих сполук свинцю на 0,7, а застосування осаду стічних вод сприяло зміні показників вмісту рухомих сполук свинцю від 1,6 до 1,9 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см. Із внесенням компостів на основі осаду стічних вод зменшувався вміст свинцю порівняно з варіантами, де вносили свіжий осад стічних вод.

Порівнявши експериментальні дані в різних шарах ґрунту, можна стверджувати, що за внесення мінеральних добрив та свіжого осаду стічних вод у нормі 80 т/га вміст показника рухомих сполук свинцю найвищий. Проте показник вмісту його рухомих форм у орному (0–20 см) шарі ґрунту був вищим, ніж у нижньому. За внесення осаду стічних вод вміст рухомих сполук свинцю збільшувався та вирівнювався по профілю дерново-підзолистого ґрунту.

ВИСНОВКИ

Нашими дослідженнями впродовж 2011–2014 рр. установлено, що системи удобрення за використанням осаду стічних вод по-різному впливають на вміст рухомих форм важких металів у дерново-підзолистому ґрунті Прикар-

паття. Показники вмісту рухомих форм важких металів зростають з підвищенням норми внесення осаду стічних вод. Зокрема, показники вмісту рухомих форм кобальту, нікелю та кадмію підвищуються в орному (0–20 см) шарі та зменшуються в підорному (20–40 см) шарі ґрунту порівняно з контрольним варіантом без добрив. Водночас, показник вмісту рухомих форм нікелю, навпаки, відображає деяку акумуляцію цього елемента на глибині 20–40 см дерново-підзолистого ґрунту Прикарпаття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Большева Т.Н.* Поведення кадмія и свинца в почвах после прекращения регулярного использования осадка сточных вод / Т.Н. Большева, Е. А. Лопатина // Проблемы агрохимии и экологии. — 2011. — № 1. — С. 33–37.
2. *Галиулин Р.В.* Фитоекстракция ТМ из загрязненных почв / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина // Агрохимия. — 2003. — С. 77–85.
3. *Галиулин Р.В.* Фитоекстракция Си и Ni из загрязненного выщелоченного чернозема / Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина, В.М. Возняк // Агрохимия. — 2004. № 2. — С. 36–40.
4. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / А.П. Виноградов — М.: Изд-во АН СССР. — 1950. — 278 с.
5. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда — М.: Наука, 1985. — 149 с.
6. *Мірошніченко М.М.* Агрогеохімія мікроелементів у ґрунтах України / М.М. Мірошніченко, А.І. Фатєєв // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвід. темат. наук. зб. Спец. вип. до VIII з'їзду УТГА: Охороні ґрунтів державну підтримку. — Харків, 2010. — Кн. 1. — С. 98–107.

7. Самохвалова В.Л. Біологічні методи ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами / В.Л. Самохвалова // Біологічні студії. — 2014. — Т. 8. — № 1. — С. 217–236.
8. Технологічні та агроекологічні нормативи використання осади стічних вод міських очисних споруд у сільському господарстві: КНД 33.-3.302-99. — К. : Мінагропром, УААН, 1999. — 33 с.
9. Gioaquen V. Removal of heavy metal ions from aqueous solution by modified bards / V. Gioaquen, H. Morvan // J. Environ. Sci. and Health. A. — 1997. — 32 (4). — P. 901–912.
10. Misra A.K. Uptake of Zn and Cu in relation to growth and yield of rice Varieties of differentiations / A.K. Misra, P.K. Najar, S. Patnaik // Indian J. Agr. Sc. — 1984. — Vol. 54, № 5. — P. 395–403.

УДК 628.17 : 338.242

ВПЛИВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ НА РОЗВИТОК НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

О.В. Яроцька

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник

ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України»

Визначено вплив позитивних і негативних ефектів функціонування водогосподарських систем на розвиток національної економіки та обґрунтовано шляхи розв'язання проблем, зумовлених негативними наслідками функціонування водогосподарських систем.

Ключові слова: водогосподарська система, ефекти функціонування водогосподарських систем, водокористувач, водоспоживання, водозбереження, національна економіка.

Вода — це обмежувальний чинник для економічного розвитку, що піддається впливу з боку господарських систем, але поряд із тим їх розвиток неможливий без водних ресурсів. У процесі свого розвитку національна економіка впливає не лише на зміст суспільних відносин між людьми, але активно взаємодіє з навколишнім природним середовищем, змінюючи його властивості. За сучасних умов господарювання використання водних ресурсів не повинне здійснюватись споживачами без урахування кількісних та якісних показників споживання води іншими суб'єктами господарювання, а також без урахування інтересів усіх водокористувачів господарського комплексу країни. Така роль призначається водогосподарському комплексу країни, що є однією з найважливіших ланок національної економічної системи. Водні ресурси є основою для формування водогосподарських систем, що визначаються як сукупність пов'язаних між собою водних об'єктів, гідротехнічних, водопровідних, каналізаційних та інших споруд, призначених для забезпечення раціонального використання і охорони водних ресурсів. Згідно зі своїм призначенням, функціонування водогосподарських систем спрямовано на оптимальне задоволення запитів водокористувачів. Вони розглядаються як невід'ємні частини складнішої системи —

водогосподарського комплексу. У процесі використання водних ресурсів відбувається негативний вплив водокористувачів на самих себе через водні об'єкти, що проявляється внаслідок оборотних зв'язків і позначається на економічних показниках господарювання.

Розгляду проблем функціонування водогосподарських систем присвячено низку наукових праць відомих вітчизняних та зарубіжних вчених: С. Вендрова, Т. Галушкіної, В. Голяна, Г. Гужиної, Л. Горбач, В. Данілова-Данільяна, О. Дьоміна, Н. Ковшун, Р. Мумладзе, С. Попової, В. Сташука, М. Хвесика, В. Шевчука, Д. Ярошевського, А. Яцика, К. Садофф, М. Мюллер та ін. Подальшого вивчення, обґрунтування та уточнення потребують питання щодо впливу ефектів функціонування водогосподарських систем на національну економіку.

Метою статті є оцінювання впливу позитивних і негативних ефектів функціонування водогосподарських систем на розвиток національної економіки та визначення шляхів розв'язання проблем, зумовлених негативними наслідками.

Водогосподарська система функціонує в складному природному, суспільному та економічному середовищі. Порівняно із водогосподарськими комплексами країни чи регіонів, вона взаємодіє із меншою кількістю галузей