

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО  
ТА ЛІСІВНИЦТВО  
№ 22**

**Вінниця 2021**



Журнал науково-виробничого та  
навчального спрямування  
"СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО"  
"AGRICULTURE AND FORESTRY"  
Заснований у 1995 році під назвою  
"Вісник Вінницького державного  
сільськогосподарського інституту"  
У 2010-2014 роках виходив під назвою "Збірник наукових  
праць Вінницького національного аграрного університету".  
З 2015 року "Сільське господарство та лісівництво"  
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
№ 21363-11163 Р від 09.06.2015

**Головний редактор**

кандидат сільськогосподарських наук, професор **Мазур В.А.**

**Заступник головного редактора**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Дідур І.М.**

**Члени редакційної колегії:**

доктор біологічних наук, професор, академік НААН України **Мельничук М.Д.**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Яремчук О.С.**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Вдовенко С.А.**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Телекало Н.В.**

кандидат географічних наук, доцент **Мудрак Г.В.**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Панцирева Г.В.**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Паламарчук І.І.**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Цицюра Я.Г.**

доктор сільськогосподарських наук, член-кореспондент НААН,  
ст. наук. співробітник **Черчель В.Ю.**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Полторецький С. П.**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Клименко М. О.**

доктор сільськогосподарських наук, ст. наук. співробітник **Москалець В. В.**

Dr. hab, prof.

**Sobieralski Krzysztof**

Dr. Inż

**Jasińska Agnieszka**

Dr. hab, prof.

**Siwulski Marek**

Doctor in Veterinary Medicine

**Federico Fracassi**

**Видавець: Вінницький національний аграрний університет**

Відповідальний секретар – **Мазур О. В.**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Редагування, корекція й переклад на іноземну мову – **Кравець Р.А.**, доктор  
педагогічних наук, доцент.

Комп'ютерна верстка – **Мазур О.В.**

ISSN 2707-5826

©ВНАУ, 2021

DOI: 10.37128/2707-5826

**"СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО"****"AGRICULTURE AND FORESTRY"****Журнал науково-виробничого та навчального спрямування 09'2021 (22)****ЗМІСТ***РОСЛИННИЦТВО, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ*

**МАЗУР В.А., ПАНЦИРЕВА Г.В., МОРДВАНЮК М.О., ЗАТОЛОЧНИЙ О.В.** ВПЛИВ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ПОЛЬОВУ СХОЖІСТЬ ТА  
ВИЖИВАНІСТЬ НУТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 5

**КОВАЛЕНКО О. А., ПАЛАМАРЧУК В.Д.** ВИКОРИСТАННЯ МІКРОДОБРИВ  
ТА БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГОРОХУ В ЗОНІ ПІВДЕННОГО СТЕПУ  
УКРАЇНИ 14

**ПАЛАМАРЧУК В.Д., ПІДЛУБНИЙ В. Ф.** ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ  
СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ 29

**ГЕТМАН Н.Я.** ДОСЛІДЖЕННЯ ІНОВАЦІЙ В КОРМОВИРОБНИЦТВІ – ГОРОШОК  
ПАННОНСЬКИЙ (VICIA PANNONICA CRANTZ) 45

**ШКАТУЛА Ю. М., КОЗАЧЕНКО М.І.** ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ  
ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ДОСЛІДНОГО ПОЛЯ ВНАУ 56

**НОВГОРОДСЬКА Н. В., РАЗАНОВА О.П., ЛЬОТКА Г.І.** ОПТИМІЗАЦІЯ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО НЕКТАРОНОСНОГО КОНВЕЄРА  
У БДЖІЛЬНИЦТВІ 72

*СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО, НАСІННЄЗНАВСТВО ТА СОРТОЗНАВСТВО*

**МАМАЛИГА В.С., БУГАЙОВ В.Д., ГОРЕНСЬКИЙ В.М., СМУЛЬСЬКА І.В.**  
РОДЕНА – НОВИЙ СОРТ-СИНТЕТИК ЛЮЦЕРНИ ПОСІВНОЇ (MEDICAGO SATIVA L.)  
ІНТЕНСИВНОГО ТИПУ 85

**БІЛЯВСЬКА Л.Г., БІЛЯВСЬКИЙ В.Г., МАЗУР О.В., МАЗУР О.В.** АДАПТИВНІСТЬ  
ТА СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В РІЗНИХ  
ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ 96

**ПОЛЩУК В. В., БАЛАБАК А. Ф., ПИЖ'ЯНОВ В. В.** ОЦІНЮВАННЯ  
ІНТРОДУКОВАНИХ ГЕНОТИПІВ РОДУ *ACTINIDIA LIND L.* ЗА ВЕГЕТАЦІЙНИМ  
ПЕРІОДОМ З МЕТОЮ ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ 107

*ЗАХИСТ РОСЛИН*

**ПІНЧУК Н.В., ВЕРГЕЛЕС П.М., КОВАЛЕНКО Т.М.** ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХИСТУ  
ПОСІВІВ ОЗИМОГО РІПАКУ ВІД ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ 119

## ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

<b>КЛИМЕНКО М. О., КЛИМЕНКО О. М., КОВАЛЬЧУК С. В.</b> КЛАСИФІКАЦІЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГДЬ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ	135
<b>ПИСАРЕНКО П.В., САМОЙЛІК М.С., ТАРАНЕНКО А.О., ЦЬОВА Ю.А., СЕРЕДА М.С.</b> БІОРЕМЕДІАЦІЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ	145
<b>РАЗАНОВ С.Ф., ОГОРОДНІЧУК Г.М., КОМИНАР М.Ф.</b> ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА НАКОПИЧЕННЯ ЦЕЗІЮ-137 В КВІТКОВОМУ ПІЛКУ ТА В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРОБКИ ЙОГО МЕДОНОСНОЮ БДЖОЛОЮ	161
<b>ТІТАРЕНКО О.М.</b> ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ҐРУНТІВ ПРИРОДНИХ КОРМОВИХ ЛУК В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ	174
<b>YAKOVETS LYUDMILA</b> ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF AGRICULTURAL SOILS IN UKRAINE	186
<b>ВІТЕР Н. Г.</b> АНАЛІЗ СТАНУ ВОДИ РІЧОК ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	196
<b>ВЕРГЕЛІС В. І.</b> ЗМІНА ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО СТУПЕНЯ ЗМИТОСТІ	209
<b>АМОНС С.Е.</b> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УКРАЇНІ	221
<b>МАЗУР О.В., МАЗУР О.В., МИРОНОВА Г.В.</b> ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ	237

Журнал внесено в оновлений перелік наукових фахових видань України Категорія Б з сільськогосподарських наук під назвою «Сільське господарство та лісівництво» (підстава: Наказ Міністерства освіти і науки України 17.03.2020 №409).

Адреса редакції: **21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 46-00-03**

**Вінницький національний аграрний університет**

Електронна адреса: *selection@vsau.vin.ua* адреса сайту: (*http://forestry.vsau.org/*).

*Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням: Редакційної колегії журналу, протокол № 7 від 16.09.21 року; Вченої ради Вінницького національного аграрного університету, протокол № 2 від 28.09.2021 року.*

УДК 504.5:633.2 (477.44) Т 45  
DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-14  
**ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗАБРУДНЕННЯ  
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ  
ГРУНТІВ ПРИРОДНИХ  
КОРМОВИХ ЛУК В УМОВАХ  
ВІННИЧЧИНИ**

**О.М. ТІТАРЕНКО**, канд. с.-г. наук,  
старший викладач  
Вінницький національний аграрний  
університет

*Стаття присвячена дослідженням впливу техногенного навантаження на ґрунти природних кормових угідь. На сьогодні недостатньо вивчено особливості накопичення важких металів у рослинному біорізноманітті за різного техногенного навантаження на природні кормові угіддя. Пріоритетність таких завдань викликана соціальним фактором зниження техногенного впливу на населення через перешкодження трансформації токсикантів забруднення у рослинній кормовій сировині.*

*Досліджувані природні кормові угіддя, характеризуються нерівномірним рельєфом, високим перезволоженням у низинній місцевості, великими схилами та низькою продуктивністю, що не завжди є привабливим і економічно вигідними для їх відновлення. Однак, вони є потужним джерелом дешевої рослинної сировини для тваринництва, особливо для індивідуального користування. Використання різнотрав'я природних кормових лук забруднених важкими металами призводить до підвищення накопичення їх у продукції тваринництва, зокрема, у молоці, м'ясі та іншій продукції.*

*У статті висвітлено проблематику інтенсивності забруднення важкими металами ґрунтів природних кормових лук Вінниччини. Сьогодні в умовах техногенезу природні кормові угіддя зазнають на деяких територіях сильного антропогенного навантаження, що призводить до забруднення ґрунтів різними токсикантами, зокрема, важкими металами, такими як Pb, Cd, Zn та Cu.*

*Наведені дані у статті висвітлюють результати вивчення інтенсивності забруднення ґрунтів та фітомаси природних кормових угідь в умовах абсолютних суходолів, нормальних суходолів та суходолів надмірного зволоження за загального фонового забруднення. Виявлено, що найвищою концентрацією важких металів характеризувались ґрунти суходолів надмірного зволоження, однак перевищень ГДК по свинцю, кадмію, цинку та міді не виявлено. Встановлено, що найнижчий вміст важких металів виявлено у ґрунтах абсолютних суходолів. Однак, концентрація важких металів у фітомасі не перевищувала ГДК.*

*Пріоритетність досліджень щодо інтенсивності забруднення рослинного біорізноманіття викликана також і соціальним фактором, а саме зниженням техногенного впливу на населення через перешкодження трансформації токсикантів забруднення у рослинній кормовій сировині за системою «ґрунт - рослини - продукція рослинництва - організм людини».*

**Ключові слова:** ґрунт, свинець, кадмій, цинк, мідь, важкі метали, абсолютні суходоли, суходоли надмірного зволоження, забруднення.

**Табл. 4. Рис. 2. Літ. 16.**

**Постановка проблеми.** Техногенна діяльність населення, що зростає із року в рік, призводить до збільшення надходжень у довкілля різних шкідливих речовин, зокрема, важких металів, які перебуваючи в обмінній формі, переміщуються по трофічних ланцюгах із ґрунту у рослинність, знижуючи якість та безпеку продовольчої сировини [7].

Потужними джерелами забруднення навколишнього природного середовища важкими металами є комплекси: гірничодобувний, металургійний, машинобудівний, хімічний, транспортний, агропромисловий, житлово-комунальний та ін. [8]. Відомо, що рудникові стоки та води після відпрацювання у шахтах містять цілу низку забруднювачів, серед яких найбільш небезпечними є важкі метали. За сталеплавильного виробництва тільки при виплавленні однієї тонни сталі в атмосферу надходить до 40 кг твердих часток, серед яких містяться сполуки Mn, Cu, Zn, Cd та Pb [8]. Потужна кількість важких металів у навколишнє середовище також надходить за хімічного виробництва, зокрема, зі стічними водами, в яких виявлено сполуки кадмію, свинцю та цинку. Стрімкозростаючими джерелами забруднення навколишнього середовища на сьогодні є автотранспорт, сільськогосподарське виробництво та промислові відходи [4]. У сільськогосподарському виробництві, особливо у рослинництві, потужним джерелом надходження важких металів у навколишнє середовище є мінеральні добрива [6].

Відомо, що кількість автотранспорту за останні роки стрімко зросла, що помітно підсилило потужність техногенного впливу на навколишнє середовище [3]. Поряд з цим зростає і кількість обслуговуючих його об'єктів, які також є джерелом забруднення навколишнього середовища різними токсикантами. До головних із них необхідно віднести автотранспортні підприємства, бази дорожньо-будівельної техніки, гаражі, стоянки, автозаправні станції, станції технічного обслуговування [2].

Накопичення токсикантів у ґрунтах призводить до їхньої деградації, що супроводжується токсичним впливом на рослини, викликаючи зниження їхньої репродуктивної якості [5]. Досить помітне техногенне навантаження автотранспорту виявлено на ґрунти придорожного простору, що супроводжується забрудненням їх важкими металами [9].

Інтенсивність забруднення ґрунтів викидами пересувних джерел залежить від кількості автотранспорту, як правило в умовах міста вища, а поза межами нижча [12].

**Умови та методика досліджень.** Дослідження з вивчення інтенсивності нагромадження Pb, Cd Zn та Cu у ґрунтах суходільних низинних лук природних кормових угідь на території Вінниччини. Відбір проб ґрунту для аналізу проводили методом конверту, який ґрунтувався: у відборі ґрунтовим буром на глибині обробки ґрунтів (20-25 см) у п'яти точках при поверхневому та докорінному поліпшенні природних кормових угідь, а на звичайних луках без застосування цих заходів на глибині 4–5 см; підготовка проб ґрунту, шляхом очищення від залишків вегетативної маси, формування з п'яти проб об'єднаної проби, розміщення в пакети та маркування з уточненням місця відбору та його особливостей [14]. Визначення важких металів у ґрунтах та рослинному матеріалі проводили атомно-абсорбційним методом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед великої кількості токсикантів, які потрапляють у навколишнє природне середовище внаслідок

техногенної діяльності населення за обсягами надходження та токсичності виділяють важкі метали, рухомі форми яких знаходяться у постійному колообігу [11].

Важкі метали характеризуються густиною понад  $5 \text{ г/см}^3$  та атомною масою 40. Важкі метали включають і мікроелементи, зокрема Zn і Cu, які у високих концентраціях є токсичними. Найвища увага зосереджена на вивченні колообігу Zn, Pb, Cd та Cu у об'єктах навколишнього середовища.

Водночас, необхідно брати до уваги, що незамінними для підтримання фізіології життєдіяльності організмів у мікроконцентраціях (менше 0,001%) є мікроелементи B, Na, Cl, V, J, Mn, Co, Cu, Zn і Mo. Умовно необхідними, що присутні у рослинах у різних кількостях є Li, F, Al, Si, Ag, Ti, Cr, Ni, Se, Sr, Cd і Pb. Їхня корисність або незамінність остаточно ще не доведена. Натомість, однозначно доведена токсичність багатьох із цих елементів за надходження в рослини у підвищених кількостях. За фітотоксичністю важкі метали за однакових концентрацій розташовуються у такій послідовності: Cd>Ni>Zn>Mn>Cu>Pb [13].

Установлено, що важкі метали в ґрунтовому середовищі знаходяться в обмінній та необмінній формах [12]. Необмінні форми важких металів це ті, які з'єднуються з мінералами ґрунтів і недоступні для рослин. Обмінні форми важких металів знаходяться у вільному стані, тому постійно мігрують у системі ґрунт – рослини та їхню продукцію. У залежності від кислотності ґрунтів важкі метали в ґрунтах можуть переходити з однієї форми в іншу. Зокрема, висока кислотність ґрунтів сприяє підвищенню міграції важких металів, перетворюючи їх у більш доступні форми [1].

Надмірне надходження в природне навколишнє середовище важких металів спричинило певні проблеми у сільськогосподарському виробництві, у тому числі в тваринництві, особливо в умовах промислових та металургійних підприємств. Адже відомо, що ґрунт має велике санітарно-гігієнічне значення для існування як тваринного, так і рослинного світу. Тому запровадження заходів щодо антропогенного навантаження на навколишнє середовище, в тім числі і екологічної свідомості населення є актуальним питанням [3].

Установлено, що з 60-х років ХХ століття у результаті техногенної діяльності населення забруднення навколишнього середовища важкими металами перевищило природні можливості у самоочищенні.

У результаті зростання рівня забруднення ґрунтів спостерігається заповнення їхніх реакційних центрів різними металами. Виявлено, що комплексне забруднення ґрунту свинцем, цинком, кадмієм та міддю призводить до зниження поглинання рослинами кожного окремого елемента порівняно із забрудненням ґрунту тільки одним із них [13].

Доведено, що на характер перебігу міграційних і сорбційних процесів важких металів у ґрунтах суттєво впливають властивості ґрунту [5], особливо сорбційні, які залежать від вмісту в ньому гумусу, мінералогічного складу ґрунтів та обмінних основ. У кислому середовищі ґрунту інтенсивність

переміщення важких металів та доступність їх для рослин підвищується [6].

Багаточисленні дослідження дифузії важких металів в умовах різних ґрунтів свідчать, що найменше реагують на забруднення чорноземи.

Проникаючи в ґрунт, важкі метали разом з органічними компонентами переходять у повільно рухомі комплекси. Поряд із цим необхідно відзначити, що органічна речовина ґрунту зв'язує важкі метали сильніше, порівняно з мінеральними компонентами [6]. Установлена різниця закріплення важких металів в органічних речовинах. Зокрема, свинець і мідь [13] сильніше закріплюються в органічних комплексах порівняно з кадмієм.

Отже, природні кормові угіддя як складова навколишнього природного середовища зазнають постійного техногенного впливу від сучасних джерел забруднення, що підвищує ризик їхнього продуктивного використання. Особливе занепокоєння викликає зростання надходження в ґрунти з подальшим включенням у міграційні ланцюги до рослин таких токсикантів як кадмій і свинець, які здатні в декілька десятків разів і більше накопичуватись у фітомасі порівняно з ґрунтами.

Критичними територіями природних кормових лук на сьогодні є ті, які наближені до джерел забруднень, що потребує постійного контролю за якістю та безпекою рослинної сировини [8].

**Мета статті** полягає у вивченні інтенсивності забруднення ґрунтів природних кормових лук в умовах Вінниччини свинцем, кадмієм, цинком та міддю.

**Виклад основного матеріалу.** Базовим поняттям в екології є фоновий вміст, як середній вміст хімічних елементів у природних тілах за результатами дослідження їхньої природної варіації (статистичних параметрів розподілу). Природний геохімічний фон – це середня величина природної варіації вмісту хімічних елементів у компонентах довкілля, яка сформована до того часу, коли це довкілля зазнало антропогенного забруднення. У наш час техногенні емісії хімічних елементів відбулися на величезні території. Тому фоновий вміст змінився повсюдно і його важливо з'ясувати для вироблення стратегії екобезпечного сільського господарства.

Результати досліджень (табл.1) показали, що концентрація важких металів у ґрунтах абсолютних суходолів у середньому на досліджуваних

*Таблиця 1*

**Вміст рухомих форм важких металів в ґрунтах природних кормових угідь, мг/кг (в середньому за 2016-2018 рр. з розрахунку на абсолютно суху речовину), (n=4, M±m)**

Дослідний матеріал	Свинець	Кадмій
	Середнє	Середнє
Ґрунти абсолютних суходолів	2,90±0,07**	0,48±0,03**
Ґрунти нормальних суходолів	2,96±0,06**	0,49±0,05**
Ґрунти суходолів надмірного зволоження	3,20±0,02	0,51±0,047

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

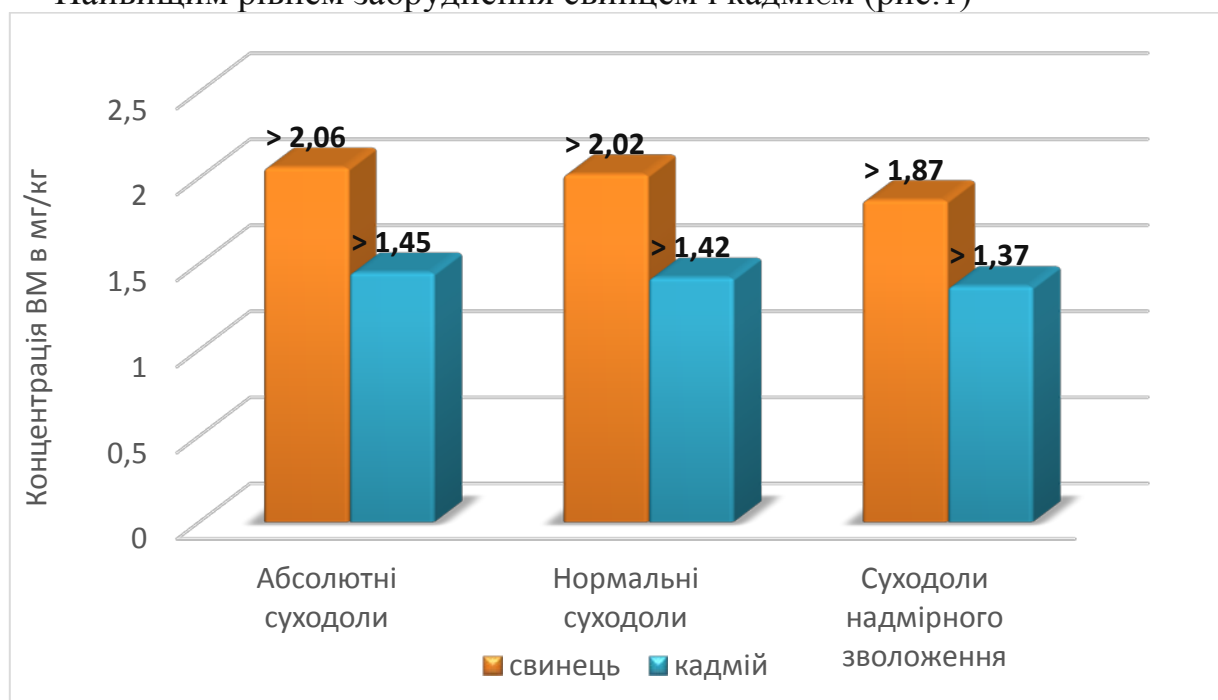


територіях коливалася по свинцю від 2,8 мг/кг до 3,0 мг/кг, по кадмію від 0,48 мг/кг до 0,5 мг/кг.

Вміст свинцю у ґрунтах абсолютних суходолів був нижчим за ГДК у 2,06 рази, а кадмію у 1,45 рази. У ґрунтах нормальних суходолів на досліджуваних територіях концентрація свинцю була в межах від 2,8 мг/кг до 3,1 мг/кг, тоді як кадмію від 0,47 мг/кг до 0,51 мг/кг. Вміст свинцю та кадмію у ґрунтах нормальних суходолів був нижчим за ГДК відповідно у 2,02 рази та 1,42 рази.

В умовах суходолів надмірного зволоження на досліджуваних територіях вміст у ґрунті свинцю був у межах від 3,1 мг/кг до 3,3 мг/кг, кадмію від 0,49 мг/кг до 0,53 мг/кг. Вміст свинцю та кадмію в ґрунтах на цих територіях був нижчим за ГДК у 1,87 рази та 1,37 рази відповідно [16].

Найвищим рівнем забруднення свинцем і кадмієм (рис.1)



Примітка. ГДК по свинцю – 6,0 мг/кг, кадмію – 0,7 мг/кг

Рис. 1 Порівняльна оцінка вмісту важких металів у ґрунті до ГДК, раз  
Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

характеризувались ґрунти суходолів надмірного зволоження, порівняно нижчим нормальних суходолів та абсолютних суходолів. Так, концентрація свинцю та кадмію у ґрунтах суходолів надмірного зволоження була вища відповідно у 1,1 рази і 0,6 рази та у 1,08 рази і 1,04 рази порівняно з абсолютними та нормальними суходолами [16].

Концентрація цинку у ґрунтах абсолютних суходолів (табл. 3.3) була в межах від 9,3 мг/кг до 14,2 мг/кг, а міді від 0,14 мг/кг до 0,17 мг/кг. Вміст цинку і міді у ґрунтах абсолютних суходолів у середньому на досліджуваних територіях був нижча за ГДК відповідно у 2,0 рази та 20 разів.

У ґрунтах нормальних суходолів вміст цинку коливався у межах від 10,5 мг/кг до 14,7 мг/кг, а міді від 0,18 мг/кг до 0,19 мг/кг. Вміст цинку і міді був

нижчим порівняно з ГДК у 1,84 раза та 16,6 разів відповідно. Вміст важких металів у ґрунтах суходолів надмірного зволоження був по цинку в межах від 17,2 мг/кг до 20,1 мг/кг, а по міді від 0,19 мг/кг до 0,21 мг/кг [16]. Вміст свинцю і кадмію у ґрунтах був нижчий за ГДК у 1,25 раза і 1,5 раза відповідно.

Найвищим рівнем цинку і міді (рис. 1) характеризувались ґрунти суходолів надмірного зволоження, порівняно нижчим – нормальних суходолів та абсолютних суходолів. Так, концентрація цинку та міді у ґрунтах суходолів надмірного зволоження була нижча у 1,6 раза і 1,33 раза та 1,46 раза і 1,11 разів порівняно з абсолютними суходолами та суходолами надмірного зволоження. Тобто, ґрунти суходолів надмірного зволоження мали високий вміст як свинцю і кадмію, так і цинку та міді.

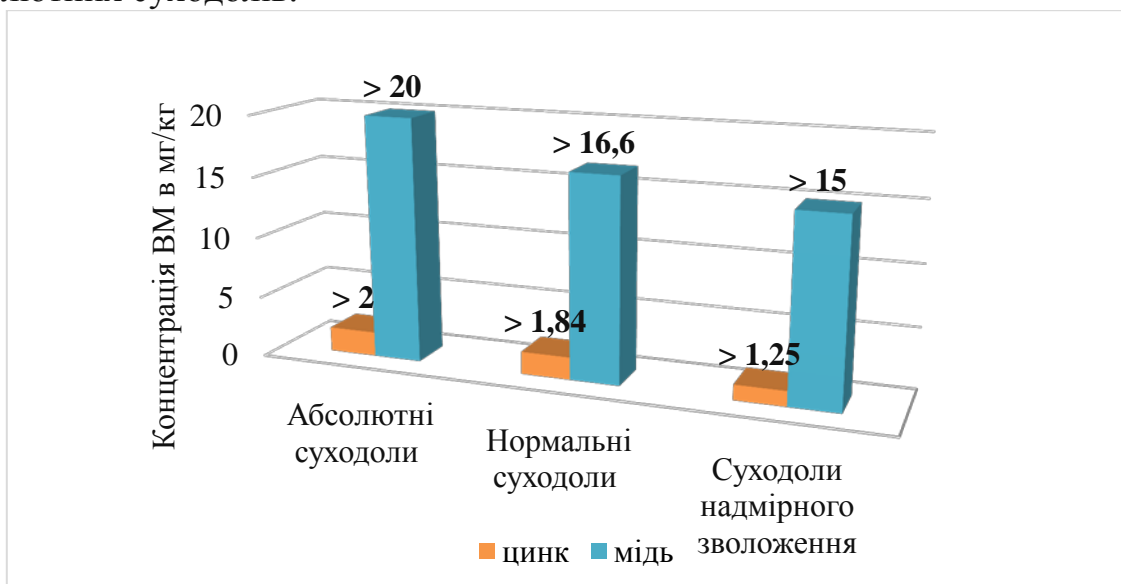
Таблиця 2

**Вміст рухомих форм важких металів (мікроелементів)  
у ґрунтах природних кормових угідь, мг/кг (в середньому за 2016-2018 рр. з  
розрахунку на абсолютно суху речовину), (n=4, M±m)**

Дослідний матеріал	Цинк	Мідь
	Середнє	Середнє
Ґрунти абсолютних суходолів	11,4±1,42***	0,15±0,07***
Ґрунти нормальних суходолів	12,5±0,09**	0,18±0,03**
Ґрунти суходолів надмірного зволоження	18,3±1,22	0,20±0,04

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Найвищим рівнем цинку і міді (рис. 2) характеризувались ґрунти суходолів надмірного зволоження, порівняно нижчим – нормальних суходолів та абсолютних суходолів.



Примітка. ГДК по цинку – 23 мг/кг, міді – 3,0 мг/кг

Рис. 2. Порівняльна оцінка середнього вмісту важких металів (мікроелементів) у ґрунті (за 2016-2018 рр.) до ГДК, раз  
Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Так, концентрація цинку та міді у ґрунтах суходолів надмірного зволоження була нижча у 1,6 раза і 1,33 раза та 1,46 раза і 1,11 разів порівняно з абсолютними суходолами та суходолами надмірного зволоження. Тобто, ґрунти суходолів надмірного зволоження мали високий вміст як свинцю і кадмію, так і цинку та міді. Коефіцієнт небезпеки свинцю у ґрунтах (табл. 3) природних кормових угідь коливався від 0,48 до 0,53.

Таблиця 3

**Коефіцієнт небезпеки рухомих форм важких металів у ґрунтах природних кормових угідь в середньому за 2016-2018 рр.**

Дослідний матеріал	Свинець			Кадмій		
	ГДК	Фактична концентрація	$K_{неб}$	ГДК	Фактична концентрація	$K_{неб}$
Ґрунти абсолютних суходолів	6,0	2,9	0,48	0,7	0,48	0,68
Ґрунти нормальних суходолів	6,0	2,96	0,49	0,7	0,48	0,79
Ґрунти суходолів надмірного зволоження	6,0	3,2	0,53	0,7	0,49	0,72

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень*

Найвищий коефіцієнт небезпеки свинцю 0,53 був у ґрунтах суходолів надмірного зволоження, порівняно нижчим у 1,08 раза та 1,1 раз відповідно у ґрунтах нормальних та абсолютних суходолів. Коефіцієнт небезпеки кадмію ґрунтах природних кормових угідь був у межах від 0,68 до 0,72. Найвищим коефіцієнтом небезпеки свинцю характеризувались ґрунти також суходолів надмірного зволоження, порівняно нижчим у 1,05 раза та 1,3 раза відповідно ґрунти нормальних суходолів та абсолютних суходолів.

Коефіцієнт небезпеки цинку у ґрунтах (табл. 4) природних кормових угідь був у межах від 0,49 до 0,79.

Таблиця 4

**Коефіцієнт небезпеки рухомих форм важких металів (мікроелементів) у ґрунтах природних кормових угідь в середньому за 2016-2018 рр.**

Дослідний матеріал	Цинк			Мідь		
	ГДК	Фактична концентрація	$K_{неб}$	ГДК	Фактична концентрація	$K_{неб}$
Ґрунти абсолютних суходолів	23	11,4	0,49	3,0	0,15	0,05
Ґрунти нормальних суходолів	23	12,5	0,54	3,0	0,18	0,06
Ґрунти суходолів надмірного зволоження	23	18,3	0,79	3,0	0,20	0,06

*Джерело: сформовано на основі власних досліджень.*

Найвищий коефіцієнт небезпеки цинку виявлено у ґрунтах надмірного зволоження, порівняно нижчий у 1,46 раза та 1,61 раза відповідно у ґрунтах нормальних і абсолютних суходолів. Коефіцієнт небезпеки міді у ґрунтах природних кормових угідь на досліджуваних територія коливався від 0,05 до 0,06.

У ґрунтах суходолів надмірного зволоження та нормальних суходолів коефіцієнт небезпеки міді склав 0,06. Тоді як у ґрунтах абсолютних суходолів коефіцієнт небезпеки міді був нижчим у 1,2 раза.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У результаті проведених досліджень встановлено, що найвищий рівень забруднення ґрунтів важкими металами на досліджуваних територіях було виявлено в умовах суходолів надмірного зволоження, що склало до 3,3 мг/кг по свинцю, від 0,49 до 0,53 по кадмію, від 17,2 до 20,1 по цинку та від 0,19 до 0,21 по міді, що не перевищувало ГДК. Найнижчий вміст важких металів виявлено у ґрунтах абсолютних суходолів. Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу фітореMediaції на інтенсивність виносення з ґрунтів важких металів рослинністю.

#### Список використаної літератури

1. Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Одночасний вплив важких металів (Pb 2+ і Cd 2+) та засолення на стан асиміляційного апарату і вміст пігментів фотосинтезу пажитниці багаторічної. *Вісник Дніпропетровського університету*. Серія «Біологія. Екологія». Дніпро 2015. Вип. 23 (1). С. 15–20.
2. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. Київ: НІСД, 2001. 312 с.
3. Каніло П.М., Бей І.С., Ровенський О.І. Автомобіль та навколишнє середовище. Харків: Прапор, 2000. 304 с.
4. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. та ін. Оцінювання хімічного складу бобових багаторічних трав, вирощених в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 40 – 43.
5. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивність забруднення ґрунту за вирощування бобових багаторічних трав. *Агропромислове виробництво Полісся*. Житомир, 2017. Вип. 10. С. 53–55.
6. Самохвалова В.Л., Мірошніченко М.М., Фатєєв А.І. Порогові рівні токсичності важких металів для сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2001. № 11. С. 61–65.
7. Говорина В.В. Содержание и распределение кадмия, свинца и никеля в растениях яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания и загрязнения тяжелыми металлами. *Агрoхимия*. Москва, 2007. № 3. С. 61–67.
8. Топчий Н. Н. Влияние тяжелых металлов на фотосинтез. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42. № 2. С. 95–106.
9. Трахтенберг И.М., Колесников В.С., Луковенко В.П. Тяжёлые металлы во внешней среде. Минск: Наука і техніка. 1994. 285 с.

10. Юрченко В.А., Мельникова О.Г., Фишер Т., Михайлова Л.С. Загрязнение природных сред нефтепродуктами, эмитируемыми объектами дорожно-инфраструктурного комплекса. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 85-річчю заснування ХНАДУ. Новітні технології в автомобілебудівництві та транспорті, 15-16 жовтня 2015 р. Харків: ХНАДУ. 2015. С.198 – 199
11. Якубенко Б.Є. Динаміка та оптимізація природних кормових угідь Лісостепу України. *Аграрна наука і освіта*. 2004. 5. № 1–2. С. 21 –29.
12. Якубенко Б.Є. Флористичне та ценотичне різноманіття в формуванні та відновленні рослинних угруповань Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 1. С. 19 – 27.
13. Якість ґрунту. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбору проб (ISO 10381-2:2002, IDT): ДСТУ ISO 10381-2:2004 / пер. і наук.-техн. ред. 160 С.
14. Балюк Я. [Чинний від 01.04.2006]. К.: Держспоживстандарт України, 2006. V, 23 с. (Національний стандарт України).
15. Hasan S. A., Fariduddin Q., Ali B. et al. Cadmium: toxicity and tolerance in plants. *J. Environ. Biol*, 2009, Vol. 30. no 2. P. 165 – 174.
16. Тітаренко О.М. Нагромадження важких металів у фітомасі природних кормових угідь Східного Поділля: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.г. наук: спец.03.00.16 «Екологія». О.М. Тітаренко. Львів.2021. 21 с.

### Список використаної літератури у транслітерації

1. Bessonova V. P., Ivanchenko O. Є. (2015). Odnochasniy vpliv vazhkih metaliv (Pb 2+ i Cd 2+) ta zasolennya na stan asimilyatsiynogo aparatu i vmist pigmentiv fotosintezu pazhitnitsi bagatorichnoї [*Simultaneous influence of heavy metals (Pb 2+ and Cd 2+) and salinity on the state of the assimilation apparatus and the content of pigments of photosynthesis of fenugreek*]. *Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Seriya «Biologiya. Yekologiya» – Bulletin of Dnipropetrovsk University. Series "Biology. Ecology"*. Dnipro. Issue. 23 (1). 15–20. [in Ukrainian].
2. Kachinskiy A.B. (2001). Yekologichna bezpeka Ukraїni: sistemniy analiz perspektiv pokrashchennya [*Ecological security of Ukraine: a systematic analysis of prospects for improvement*]. Kiiv: NISD. [in Ukrainian].
3. Kanilo P.M., Bey I.S., Rovenskiy O.I. (2000). Avtomobil ta navkolishne seredovishche [*Car and environment*]. Kharkov: Prapor. [in Ukrainian].
4. Razanov S.F., Tkachuk O.P. (2017). Otsinyuvannya khimichnogo skladu bobovikh bagatorichnikh trav, viroshchenikh v umovakh zabrudnennya silskogospodarskikh ugid vazhkimi metalami [*Estimation of chemical composition of leguminous perennial grasses grown in conditions of contamination of agricultural lands with heavy metals*]. *Visnik Umanskogo natsionalnogo universitetu sadivnitstva. Uman – Bulletin of Uman National University of Horticulture*. № 2. 40–43. [in Ukrainian].

5. Razanov S.F., Tkachuk O.P. (2017). Intensivnist zabrudnennya irtuntu za viroshchuvannya bobovikh bagatorichnikh trav [*Intensity of soil contamination during the cultivation of perennial legumes*]. *Agropromislove virobnitstvo Polissya – Agro-industrial production of Polissya*. Zhitomir. Issue 10. 53–55. [in Ukrainian].

6. Samokhvalova V.L., Mirosnichenko M.M., Fateev A.I. (2001). Porogovi rivni toksichnosti vazhkikh metaliv dlya silskogospodarskikh kultur [*Threshold levels of toxicity of heavy metals to crops*]. *Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agricultural Science*. Kiiv. № 11. 61–65. [in Ukrainian].

7. Govorina V.V. i dr. (2007). Soderzhanie i raspredelenie kadmiya, svintsa i nikelya v rasteniyakh yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot urovnya mineralnogo pitaniya i zagryazneniya tyazhelymi metallami [*Content and distribution of cadmium, lead and nickel in spring wheat plants depending on the level of mineral nutrition and heavy metal pollution*]. *Agrokimiya – Agrochemistry*. № 3. 61–67. [in Russian].

8. Topchiy N. N. (2010). Vliyanie tyazhelykh metallov na fotosintez [*Influence of heavy metals on photosynthesis*]. *Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy – Physiology and biochemistry of cultivated plants*. Vols. 42. № 2. 95–106. [in Russian].

9. Trakhtenberg I.M., Kolesnikov V.S., Lukovenko V.P. (1994). Tyazhelye metally vo vneshney srede [*Heavy metals in the environment*]. Minsk: Navuka i tekhnika. [in Russian].

10. Yurchenko V.A., Melnikova O.G., Fisher T., Mikhaylova L.S. (2015). Zagryaznenie prirodnykh sred nefteproduktami, emitiruemymi obektami dorozhno-infrastrukturnogo kompleksa [*Pollution of natural environments by oil products emitted by objects of the road infrastructure complex. International scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary of the founding of KhNADU*]. Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiya, prisvyachena 85-richchyu zasnuvannya KhNADU. Novitni tekhnologii v avtomobilebudivnitstvi ta transporti, 15-16 zhovtnya 2015 r. Kharkiv: KhNADU.198 – 199 [in Russian].

11. Yakubenko B.Є. (2004). Dinamika ta optimizatsiya prirodnykh kormovykh ugid Lisostepu Ukraïni [*Dynamics and optimization of natural forage lands of the Forest-Steppe of Ukraine*]. *Agrarna nauka i osvita – Agricultural science and education*. 5. № 1 – 2. 21 –29. [in Ukrainian].

12. Yakubenko B.Є. (2004). Floristichne ta tsenotichne riznomanittya v formuvanni ta vidnovlenni roslinnikh ugrupovan Lisostepu Ukraïni [*Floristic and coenotic diversity in the formation and restoration of plant communities of the Forest-Steppe of Ukraine*]. *Agroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*. № 1. 19 – 27. [in Ukrainian].

13. Yakist irtuntu (2006). Vidbir prob. Chastina 2. Nastanovi shchodo metodiv vidboru prob (ISO 10381-2:2002, IDT): DSTU ISO 10381-2:2004 / per. i nauk.-tekhn. red. [in Ukrainian].

14. Balyuk Ya. (2006). [Chinniy vid 01.04.2006]. K.: Derzhspozhivstandart Ukraïni. (Natsionalniy standart Ukraïni). [in Ukrainian].

15. Hasan S. A., Fariduddin Q., Ali B. et al. (2009). Cadmium: toxicity and tolerance in plants. J. Environ. Biol, Vol. 30, no 2. P. 165 – 174. [In English].

16. Titarenko O.M. Nahromadzhennia vazhkykh metaliv u fitomasi pryrodnykh kormovykh ugid Skhidnoho Podillia: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.h. nauk: spets.03.00.16 «Ekolohiia». O.M. Titarenko. Lviv.2021. 21 s.

## АННОТАЦИЯ

### **ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ГРУНТА ЕСТЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ ЛУК В УСЛОВИЯХ ВИННИЧИНЫ**

Статья посвящена исследованию влияния техногенной нагрузки на почвы природных кормовых угодий. На сегодня недостаточно изучены особенности накопления тяжелых металлов в растительном биоразнообразии при разной техногенной нагрузке на природные кормовые угодья. Приоритетность таких задач вызвана социальным фактором снижения техногенного воздействия на население через препятствия трансформации токсикантов загрязнения в растительном кормовом сырье.

Исследуемые природные кормовые угодья отличаются неравномерным рельефом, высоким переувлажнением в низинной местности, большими уклонами и низкой производительностью, что не всегда является привлекательным и экономически выгодным для их восстановления. Однако, они являются мощным источником дешевого растительного сырья для животноводства, особенно для индивидуального пользования. Использование разнотравья природных кормовых угодий, загрязненных тяжелыми металлами приводит к повышению накопления их в продукции животноводства, в частности, в молоке, мясе и другой продукции.

В статье освещено проблематику интенсивности загрязнения тяжелыми металлами почв природных кормовых угодий Винницкой области. Сегодня в условиях техногенеза природные кормовые угодья испытывают на некоторых территориях сильную антропогенную нагрузку, что приводит к загрязнению почв различными токсикантами, в частности, тяжелыми металлами, такими как Pb, Cd, Zn и Cu.

Приведенные данные в статье освещают результаты изучения интенсивности загрязнения почв и фитомассы естественных кормовых угодий в условиях абсолютных суходолов, нормальных суходолов и суходолов избыточного увлажнения при общем фоновом загрязнении. Выявлено, что высокой концентрацией тяжелых металлов отличались почвы суходолов избыточного увлажнения, однако превышений ПДК по свинцу, кадмию, цинку и меди не обнаружено. Установлено, что низкое содержание тяжелых металлов обнаружено в почвах абсолютных суходолов. Однако, концентрация тяжелых металлов в фитомассе не превышала ПДК.

Приоритетность исследований по интенсивности загрязнения растительного биоразнообразия вызвана также и социальным фактором, а именно снижением техногенного воздействия на население через препятствия трансформации токсикантов загрязнения в растительном кормовом сырье по системе «почва - растения - продукция растениеводства - организм человека».

**Ключевые слова:** почва, свинец, кадмий, цинк, медь, тяжелые металлы, абсолютные суходолы, суходолы избыточного увлажнения, загрязнения.

**Табл. 4. Рис.2. Лит. 16.**

#### ANOTATION

### **INTENSITY OF HEAVY METAL POLLUTION OF NATURAL SOILS OF NATURAL FORAGE BOWLS IN THE CONDITIONS OF VINNITSA REGION**

*The article is devoted to the research of the influence of man-made load on the soils of natural forage lands. The peculiarities of the accumulation of heavy metals in plant biodiversity under different man-made loads on natural forage lands have not been sufficiently studied. The priority of such goals is caused by the social factor of reducing the technogenic impact on the population by preventing the transformation of contaminants of pollution in plant feed materials.*

*The studied natural forage lands are characterized by uneven relief, high waterlogging in the lowlands, large slopes and low productivity, which are not always attractive and economically viable for their restoration. However, they are a powerful source of cheap plant raw materials for livestock, especially for individual use. The use of weeds of natural fodder meadows contaminated with heavy metals leads to an increase in their accumulation in livestock products, in particular, in milk, meat and other products.*

*The article highlights the intensity of heavy metal contamination of soils of natural fodder meadows of Vinnytsya region. Today, in the conditions of technogenesis, natural forage lands are subjected to a strong anthropogenic load in some areas, which leads to soil contamination by various toxicants, in particular, heavy metals such as Pb, Cd, Zn and Cu.*

*The given data in the article illuminates the results of studying the intensity of soil contamination and phytomas of natural fodder lands in conditions of absolute landsols, normal land drainages and excessive moisturizing agents for total background contamination. It was found that the highest concentration of heavy metals was characterized by soils of excessive moisturizing lands, but exceeds the MPC by lead, cadmium, zinc and copper are not detected. It has been established that the lowest content of heavy metals was found in the soils of absolute landsols. However, the concentration of heavy metals in phytomass did not exceed the MPC.*

*The priority of research on the intensity of pollution of plant biodiversity is also caused by a social factor, namely the reduction of man-made impact on the population by preventing the transformation of contaminants in plant feed materials "soil - plants - crop products - human body".*

**Key words:** soil, lead, cadmium, zinc, copper, heavy metals, absolute land, land of excessive moisture, pollution.

**Table 4. Lit.16.**

#### **Інформація про автора**

**Тітаренко Ольга Михайлівна** – старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3).

**Титаренко Ольга Михайловна** – старший преподаватель кафедры экологии и охраны окружающей среды Винницкого национального аграрного университета (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3).

**Titarenko Olga Mykhailivna** – Senior Lecturer of the Department of Ecology and Environmental Protection of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnitsia, 3, Soniachna St., e-mail: titarenko0309@u).



UDC 502.521:630.1.42

DOI: 10.37128/2707-5826-2021-3-15

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF AGRICULTURAL SOILS IN UKRAINE

**YAKOVETS LIUDMYLA**, Candidate of  
Agricultural Sciences, senior teacher,  
Vinnytsia National Agrarian University

*The article presents the results of assessing the ecological condition of agricultural soils in Ukraine. The purpose of the research is to study the assessment of the ecological condition of agricultural soils in Ukraine.*

*The research results show that contamination with cesium-137 of above 37 kBq/m<sup>2</sup> on the agricultural land in Ukraine covers 461.7 thousand hectares, among which arable lands occupy 345.9 thousand hectares. 8.8 million hectares of agricultural land have been examined, and it has been found that 12 regions remain contaminated with various toxicants.*

*It has been established that the largest areas of agricultural land contaminated with cesium-137 can be found in Zhytomyr region – 156 thousand hectares, Cherkasy region – 76, Rivne region – 52, Chernihiv region – 52, Vinnytsia region – 50 and Kyiv region – 34 thousand hectares. In recent years, in Cherkasy and Vinnitsa regions, there have not been identified agricultural products contaminated at the levels that exceed permissible ones. In Rivne region, the most difficult situation is with the contamination of agricultural products with cesium-137, where more than 18.6 thousand hectares of peatlands are contaminated. Contamination of agricultural lands with strontium in Ukraine is observed on a much larger scale than those with cesium. Strontium-90 in the range of 0.74-5.55 kBq/m<sup>2</sup> contaminated 4.6 million hectares, which occupies 52% of the area under research. Research results indicate that the total area of contaminated land in Ukraine is about 9 million hectares, among them 4.2 million hectares are contaminated with radiation, 2.0 million hectares are contaminated with heavy metals, 2.8 million hectares are contaminated with toxicants of organic and inorganic origin. It has been established that contamination with heavy metals from agro-industrial sources to the levels approaching the maximum permissible level (MPL) is possible only on the lands where chemicals have been used for a long time without proper control. It has also been found that application of mineral fertilizers and traditional organic fertilizers in medium doses can raise the level of heavy metals in soils with the current values of MPC only for hundreds of years.*

**Key words:** soil, mineral fertilizers, radionuclides, pesticides, heavy metals, contamination.

**Table 3. Ref. 15.**

**Formulation of the problem.** One of the main components of the environment that performs vital biosphere functions is the soil cover. Soil and vegetation form a single system in nature. Degradation and loss of soil fertility leads to plant deprivation of the ecological basis for its existence. Restoration of the fertility of degraded soils involves restoration of the natural ecological balance of territories disturbed by man as a result of irrational economic activity [1, 2]. Therefore, nowadays the study of the assessment of the ecological condition of agricultural soils of Ukraine is an extremely important and urgent problem.

**Analysis of recent research and publications.** According to the research carried out by M.I. Khilko [3], the soil is a thin upper layer of the earth's surface, which has appeared as a result of its transformation under the influence of water, air, organisms and has a natural fertility. Soils consist of solid, liquid and gaseous parts,