

A method of soil remediation with technogenic pollution by heavy metals is substantiated, wherein using of a mixture of sodium humate with the addition of superphosphate, lime or organic matter according to the nature and type of soil pollution, it is being provided efficient remediation of technologically contaminated soils, it is being increased plants resistance to pollution and restoring their productivity. The technical result of the designed method is the acceleration of the biochemical and physic-chemical processes in chemically contaminated soils along with the processes of restoration of its natural properties. Simultaneously, improving of the ecological conditions of the environment due to expansion of the soil improvers range by introducing additional detoxifier mixture of organic and inorganic nature, and combinations thereof.

Key words: heavy metals, technogenic pollution of soils, method, remediation.

УДК 631.43:631.83

ПАРАМЕТРЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

В.А. Белолипский

**Луганская государственная сельскохозяйственная опытная станция Института
растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН, Украина, Луганская область,
Славяносербский район, пос. Металлист; (liap_t@rambler.ru)**

Изучено влияние разных агротехнологий на фоне вспашки и поверхностной безотвальной обработки в 5-польном севообороте и разных систем удобрения на потери почвы (разбрызгивание). Разработана комплексная эмпирическая модель потерь почвы с учетом агрофизических и гидрологических факторов.

Ключевые слова: противоэрозионная устойчивость, системы удобрения, обработка почвы, севооборот

Введение. В связи с экономическими проблемами в сельскохозяйственном производстве упрощаются схемы севооборотов, сокращается внесение минеральных и исключается внесение органических удобрений, что влечет за собой снижение устойчивости почвенного покрова к разрушению. Это обуславливает необходимость проведения анализа противоэрозионной устойчивости почв в севооборотах в зональном аспекте.

В Украине вопросу проявления эрозии почв при разных агротехнических мероприятиях посвящены работы Н.К. Шикеры [1], Ю.А. Тарарико [2], С.Ю. Булыгина [3], В.А. Белолипского [4, 5, 6], С.Г. Черного [7], М.В. Шевченко [8] и других. Для защиты почв от эрозии в северной части Степи Украины рекомендованы, по данным стационарных опытов, почвозащитные системы земледелия, которые базируются на использовании системных агротехнологий с учетом генетического статуса и плодородия почв [2, 5, 9, 10,].

Цель и задачи исследований. В наше время в исследованиях, касающихся применения системы удобрений в севооборотах, первоочередное внимание уделяется оценке их продуктивности [2, 10], а исследования, связанные с оценкой и способами повышения противоэрозионной устойчивости черноземных почв не проводятся. Поэтому возникает необходимость поиска путей совершенствования

противоэрозионных мероприятий в агроландшафте. Основой может быть разработка параметров противоэрозионной устойчивости эродированных почв в системе: обработка почвы → растение → удобрения. Для этого следует изучить водно-физические свойства почв и эрозионные показатели (потери почвы от разбрызгивания) при ливнях.

Объекты и методы исследований. Изучение противоэрозионной устойчивости чернозема обыкновенного слабосмытого тяжелосуглинистого, сформированного на склонах северной экспозиции крутизной 2,5-3°, в условиях использования системы удобрений на фоне разной обработки почвы проводили в учебно-опытном хозяйстве «Колос» Луганского национального аграрного университета. В стационарном опыте изучали разные системы удобрения: 1-й уровень – энергетический потенциал гумусового горизонта слоя почвы 0–20 см без удобрений – (контроль), 2-й уровень – энергетический потенциал почвы + минеральная система удобрений (N₇₀P₅₀K₄₀), 3-й уровень – энергетический потенциал почвы + органоминеральная система удобрений (N₄₀P₄₀K₂₀ + навоз 8 т). Дозы удобрений указаны из расчета на 1 га севооборотной площади.

В 5-польном севообороте (занятый пар – горохо-овес на зеленый корм – пшеница озимая – горох – ячмень яровой – подсолнечник) применяли такие способы обработки почвы: вспашка на глубину 20–22 см и поверхностная безотвальная обработка на глубину 10–12 см.

Смыв почвы при ливневых осадках оценивали методом искусственного дождевания на образцах почвы с ненарушенным строением из слоев 0–10 и 10–20 см. Отбор проб почвы осуществляли после уборки сельскохозяйственных культур (по завершении первой ротации севооборота) при помощи колец объемного бура Качинского. Кольца формируют колонки высотой 20 см. Искусственное дождевание проводили с использованием лабораторной установки для имитации дождя, в которой капли подаются дождевателем с высоты 200 см. Эрозионный материал разделяется на поверхностный (со стоком), разбрызгивание каплями и отчуждаемый с почвенным фильтратом вниз через колонки. При моделировании ливневых осадков 10%-й обеспеченности принята такая схема: интенсивность дождя – 1-2 мм/мин, слой осадков – 50 мм, длительность дождя – 30 минут.

Исследования эрозионно-гидрологических показателей проводили относительно 7 факторов: X₁ – влажность почвы в слое 0–20 см, %; X₂ – эрозионный индекс дождя; X₃ – плотность сложения почвы, г/см³; X₄ – коэффициент структурности почвы в слое 0–10 см; X₅ – коэффициент водопропрочности агрегатов почвы в слое 0–10 см; X₆ – интенсивность водопоглощения, мм/мин; X₇ – энергия слоя почвы 0-20 см и удобрений (минеральных и органических), ГДж/т.

Для выявления влияния всех факторов и их количественной оценки был применен остаточный метод, который позволяет, в отличие от классического регрессионного анализа, рассматривать природные и антропогенные факторы в тесной взаимосвязи и выявить эффект влияния каждого из них путем

построения парных зависимостей и последовательного исключения влияния на эрозию почв каждого из n -определяющих факторов [4].

Критерием оценки противоэрозионной устойчивости почв в дискретных точках был принят показатель разрушения (разбрызгивание), г/50 см².

Анализ результатов исследований. Влияние системы удобрений и обработки отслеживалось на формировании устойчивости почвы к разрушению дождевыми каплями (разбрызгивание) непосредственно через водно-физические, метеорологические и энергетические факторы.

Последовательное построение парных зависимостей эрозии почвы (Y) и изучаемых факторов ($X_1 - X_7$) устанавливали по порядку убывания регрессионной связи путем графоаналитической обработки экспериментальных данных и выявления кривых аппроксимации (рис. 1).

На графике А отражена первая, наиболее тесная связь между потерями почвы и интенсивностью водопоглощения – X_6 , аппроксимированное: $Y_1 = 4,3251 X_6^{-1,3787}$ при случайных значениях факторов $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$, то есть, при “других разных условиях”.

Следующие регрессионные связи получены после исключения следующих факторов: Y_2 – после исключения X_7 , Y_3 – X_5 , Y_4 – X_2 , Y_5 – X_3 . При этом остаточный результат значения эрозии почвы, например Y_2 , зависит от фактора X_7 при случайных сочетаниях еще не исследованных факторов $X_1 - X_5$. Подобные графические регрессии установлены и для других значащих факторов (рис. 1, Б-Д). Влияние факторов влажности (X_1) и структурности почвы (X_4) на эрозионные процессы перекрывалось действием пяти отобранных значащих факторов и было незначительным.

Комплексная эмпирическая модель потерь почвы выражается уравнением регрессии: $Y_{общ} = A \cdot X_6^{-1,3787} \cdot X_7^{-0,8571} \cdot X_5^{-0,3315} \cdot X_2^{0,3994} \cdot X_3^{1,3218}$, где A – постоянный коэффициент, который равен 62,04 при размерности эрозии почвы в г/50 см², и 124,08 – для т/га.

Ведущими факторами потерь почвы являются: интенсивность водопоглощения (32,15 %), плотность сложения почвы (30,82 %) и энергия почвы + NPK (19,99 %). Точность эмпирической модели составляет 8,18 %, коэффициент множественной корреляции – 0,77 (табл. 1).

Множественное корреляционное отношение составляет 0,77, что указывает на достаточно высокую степень тесноты связи между расчетным стоком (Y_p) и отобранными факторами.

Установленные количественные зависимости разрушения почвы от исследуемых факторов позволили построить оптимизационную поверхность, представленную изолиниями, которые определяют зоны и условия взаимодействия исследуемых факторов с разными уровнями разрушения почвы (рис. 2).

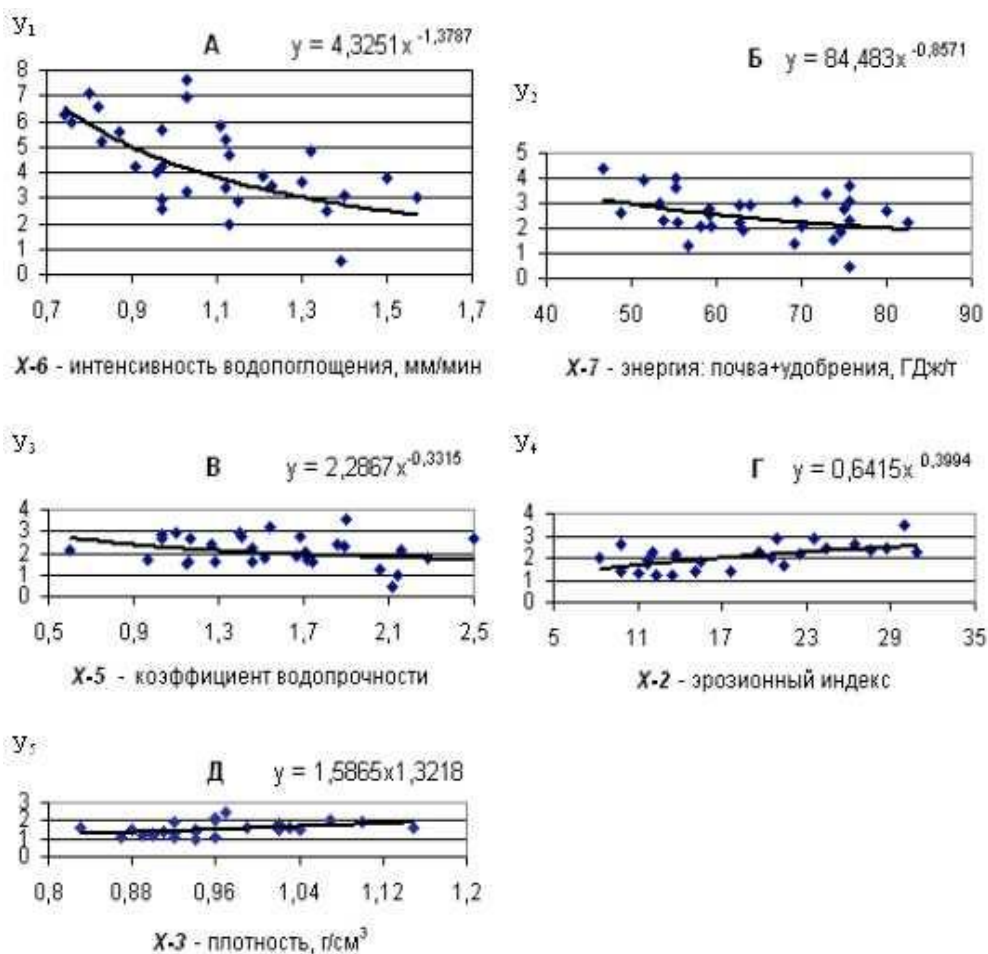


Рис. 1. Зависимость потерь почвы (Y, г/50 см²) от исследуемых факторов

1. Факторы, влияющие на разрушение почвы (разбрызгивание)

Факторы и уравнения зависимости от них потерь почвы от разбрызгивания	Ведущие факторы и их обоснование	Характеристика модели	
		E, %	R
$Y = X_6 \cdot X_7 \cdot X_5 \cdot X_2 \cdot X_3$ X_6 (интенсивность водопоглощения) = $4,3251 x^{-1,3787}$ X_7 (энергия почвы + NPK) = $84,483 x^{-0,8571}$ X_5 (коэффициент водопрочности) = $2,2867 x^{-0,3315}$ X_2 (эрозионный индекс) = $0,6415 x^{0,3994}$ X_3 (плотность) = $1,5865 x^{1,3218}$ $Y = 62,04 X_6^{-1,3787} \cdot X_7^{-0,8571} \cdot X_5^{-0,3315} \cdot X_2^{0,3994} \cdot X_3^{1,3218}$	интенсивность водопоглощения – 32,15 % плотность – 30,82 % энергия почвы + NPK – 19,99 % эрозионный индекс – 9,31 %	8,18	0,77

Пример: зона разрушения (8,1-12,0 т/га) характеризуется эрозионным индексом осадков $X_2 = 20-30$, интенсивностью водопоглощения $X_6 = 0,8$ мм/мин, природным ресурсом $X_7 = 46$ ГДж/т, плотностью сложения $X_3 = 1,1-1,2$ г/см³.

В целом при объединении факторов величину потерь почвы можно разбить на 6 экологических групп (табл. 2).

По параметрам показателей противоэрозионной устойчивости видно, что даже в первой экологической группе минимальный уровень потерь почвы превышает допустимый по ДСТУ (2 т/га), а в шестой группе достигает 16 т/га

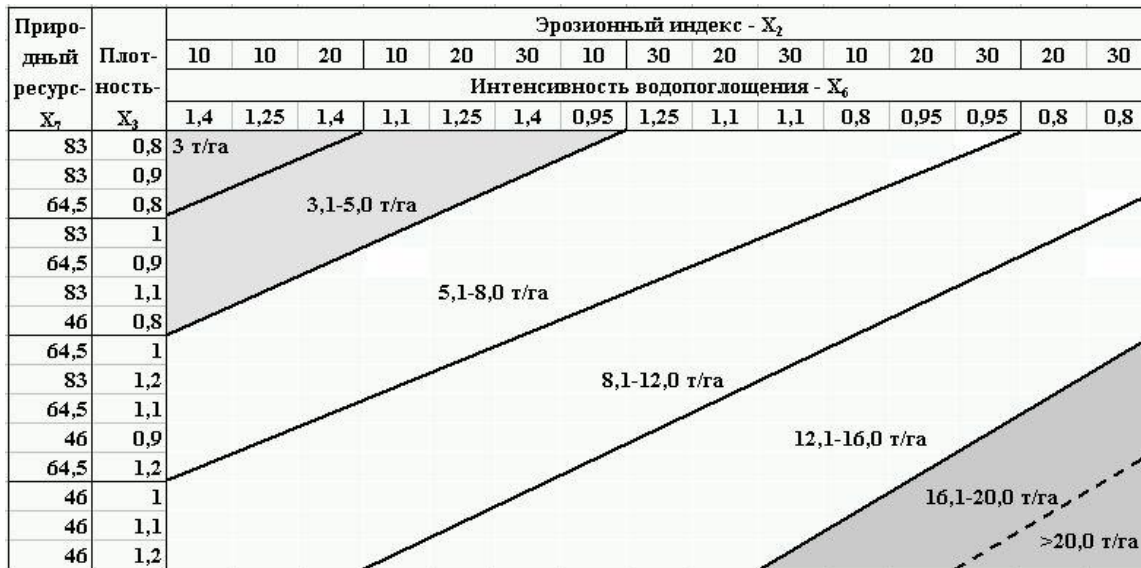


Рис. 2. Оптимизационная поверхность потерь почвы, т/га

2. Параметры показателей противоэрозионной устойчивости чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого на лессовидных породах

Экосистема	Экологическая группа	Параметры показателей				Показатель потерь почвы от разбрызгивания, т/га
		Эрозионный индекс	Интенсивность водопоглощения, мм/мин	Природный ресурс, Гдж/т	Плотность сложения, г/см ³	
5-польный севооборот: занятый пар, озимая пшеница, зернобобовые, ячмень, подсолнечник	1	10,0	1,25–1,4	83,0	0,8–0,9	до 3,0
	2	10,1–20,0	1,1–1,25	64,0–83	0,9–1,1	3,1–5,0
	3	20,1–30,0	0,9–1,1	46,0–64,0	1,1–1,2	5,1–8,0
	4	20,1–30,0	0,8–0,9	≤ 46,0	> 1,2	8,1–12,0
	5	>30,0	< 0,8	≤ 46,0	> 1,2	12,1–16,0
	6	>30,0	< 0,8	≤ 46,0	> 1,2	> 16,0

и больше, что должно служить основанием для признания необходимости адаптивных почвозащитных мероприятий, направленных на стабилизацию агрофизических свойств почвы, – таких, как интенсивность водопоглощения, водопрочность, природный ресурс.

В этом плане, опираясь на ведущий фактор эрозионного процесса – интенсивность водопоглощения (32,15%), отметим, что природный ресурс (энергия гумуса в слое почвы 0–20 см – X₇) на уровне 83 Гдж/т функционально обеспечивает увеличение интенсивности водопоглощения почвы (рис. 3А) по зависимостям $Y_1=0,59 X_7^{0,16}$ (вспашка), $Y_2=0,61 X_7^{0,13}$ (безотвальная обработка).

Но в наших исследованиях применение минеральной (N₇₀P₅₀K₄₀) и органоминеральной (N₄₀P₄₀K₂₀ + 8 т/га навоза) систем удобрения негативно влияет на интенсивность водопоглощения на вспашке ($Y_1=1,15X_7^{-0,008}$), а на безотвальной обработке влияние положительное ($Y_2=0,71X_7^{0,088}$) – рис. 3Б.

Выводы

1. Ведущими факторами потерь почвы являются: интенсивность водопоглощения – 32,15 %, плотность сложения почвы – 30,82 %, энергия почвы + NPK + навоз – 19,99 %. Точность эмпирической модели составляет 8,18 %, коэффициент множественной корреляции – 0,77.

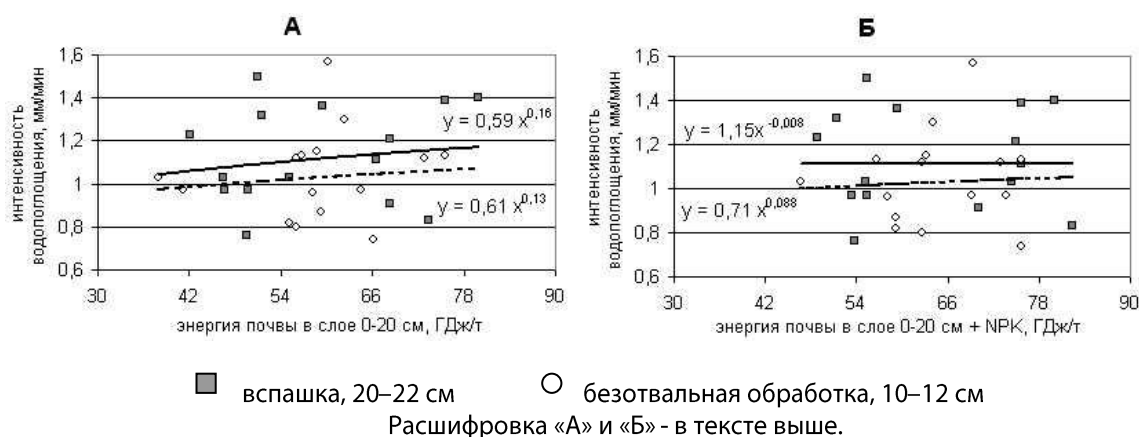


Рис. 3. Зависимость интенсивности водопоглощения от ресурсов почвы

2. Природный ресурс (енергия гумуса в слое почвы 0–20 см) – 83 ГДж/т функціонально забезпечує збільшення інтенсивності водопоглинання ґрунтом на всіх способах обробки. Однак застосування мінеральної ($N_{70}P_{50}K_{40}$) і органіно-мінеральної ($N_{40}P_{40}K_{20}$ + 8 т/га навоза) систем удобрення негативно впливає на інтенсивність водопоглинання на вспашку ($Y_1=1,15x^{-0,008}$), при позитивному її впливі на безотвальній обробці ($Y_2=0,71x^{0,088}$).

3. Параметри противоерозійної стійкості ґрунтів диференційовані в 6 екологічних груп з мінімальними показателями втрат від розбризкування 3,0 т/га і максимальними - більше 16–20 т/га, що не відповідає вимогам ДСТУ (2 т/га) і вимагає розробки адаптивних ґрунтозахисних заходів.

4. Проблема зменшення руйнівного процесу від розбризкування може бути вирішена шляхом підтримання позитивного балансу гумуса в севообороті насиченням органіно-мінеральними добривами ($N_{40}P_{40}K_{20}$ + 8 т навоза на 1 га севооборотної площі).

Список использованной литературы

1. Шикун Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.
2. Тарарико Ю.О. Стационарні агротехнічні дослідження як інформаційна база моніторингу, моделювання та прогнозування розвитку агроєкосистем / Ю.О. Тарарико, Ю.В. Сорока // Вісн. аграр. науки. – 2004. – №5. – с. 18–23.
3. Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів: підруч. для підготовки спеціалістів в аграр. вищ. навч. закладах III-IV рівня акредитації / С.Ю. Булигін. – К.: Урожай, 2005. – 300 с.
4. Белоліпський В.О. Оцінка протиерозійної стійкості ґрунтів / В.О. Белоліпський, М.М. Полулях, Т.А. Носовська // Вісник аграрної науки. – 2010. – №10. – С. 45–49.
5. Белоліпський В.О. Проблеми ґрунтозахисної обробки в агроландшафтах Північного Степу / В.О. Белоліпський, Ю.І. Усатенко, А.М. Митрошин, В.І. Тарасов // Вісник аграрної науки. – 2008. – №7. – С. 13–16.
6. Охорона і відновлення родючості еродованих ґрунтів (методичні рекомендації) / В.О. Белоліпський, В.М. Белослудцева, О.Н. Другов та ін.; за наук. ред. В.О. Белоліпського. – Луганськ: СПД Резніков В.С., 2012. – 116 с.
7. Чорний С.Г. Оцінка допустимої норми ерозії для ґрунтів Степу України / С.Г. Чорний // Український географічний журнал. - 1999. – №4. – С.18–22.
8. Шевченко М.В. Системи обробки ґрунту / М.В. Шевченко // Землеробство. - Вип. 80. –К.: ВД "Екмо", 2008. – С. 33–39.
9. Рыбина В.Н. Эффективность применения биогумуса и минеральных удобрений при выращивании полевых культур / В.Н. Рыбина, А.И. Денисенко, М.С. Чижова, С.Н. Нестеренко, В.С. Хасхачих // 36. наук. праць Луганського НАУ. – Луганськ: ЛНАУ, 2009. – №100. – С. 133–136.
10. Полупан М.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України/ М.І. Полупан В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко – К. Колодоби, 2005. – 304 с.

Стаття поступила в редколлегию 31.05.2013

PARAMETERS OF ANTI-EROSION STABILITY OF CHERNOZEM ORDINARY IN A FIELD CROP ROTATION

V.A. Belolipsky

**Lugansk state agricultural experimental station of the Plant Growing Institute named after
V.Ya.Yuryev**

(liap_t@rambler.ru)

Different agricultural methods on a background of plugging and surface boardless soil tillage in the 5-fields crop rotation and different fertilization systems influence on the soil loss (the drop rainfall erosion) are investigated. Complex empirical model of the soil loss with agro-physical and hydrological factors is developed.

Key words: *anti-erosion stability, fertilization system, tillage, crop rotation*

УДК 631.423.4: 631.453:631.417.2: 631.417.8

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ ГУМУСОВИХ КИСЛОТ В ОРГАНІЧНІЙ РЕЧОВИНІ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ НА ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Д.О.Семенов

ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського"

(pochva@meta.ua)

Встановлено, що мікроелементи нерівномірно розподілені за різними компонентами органічної речовини ґрунтів. Показано, що ґрунти різних типів із більшою часткою фульвокислот у складі гумусу, містять більше й рухомих форм мікроелементів. Закономірний характер зв'язків підтверджено рівняннями регресійної залежності між вмістом доступних сполук цинку, марганцю і заліза та відношенням С_{гк} / С_{фк}.

Ключові слова: *мікроелементи, рухомі форми, фульвокислоти, гумінові кислоти, рівняння регресії*

Вступ. Відомо, що роль гумусу в процесі ґрунтоутворення і забезпечення родючості ґрунту дуже велика й багатогранна. Органічна речовина є важливим фактором, що зумовлює вивітрювання первинних та утворення вторинних мінералів, визначає параметри ємності вбирання, фізичні, мікробіологічні та інші властивості ґрунтів. Важлива роль органічних речовин у формуванні врожаю значною мірою зумовлюється наявністю у їх складі біологічно активних сполук, які фізіологічно впливають на рослини. На початковому етапі розвитку ґрунтознавчої та агрохімічної наук гумус розглядали виключно як джерело таких макроелементів, як азот, фосфор та сірка [1, 2]. Але в подальших дослідженнях було встановлено, що органічна речовина є вагомим чинником накопичення мікроелементів (МЕ) та важких металів (ВМ) у ґрунтах [3]. Високий вміст у гумусі багатьох ґрунтів властивий для Мо, Ni, Cu, V, Co, Zn та Pb - коефіцієнт збагачення дорівнює від 10 до 1000 [4]. Гумус бере активну участь у кругообігу зольних елементів, у тому числі і життєво важливих розсіяних елементів, з якими