
ЕКОЛОГІЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ТА ГРУНТІВ

УДК 631.41:Н 01 J 17/00/61/00

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-2-25-12>

ДО ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Адамчук В.В.¹, Литвинюк Л.К.¹, Бойко А.Л.², Дем'янюк О.С.²,
Моргунов Е.І.³, Кураєва І.В.⁴, Войтюк Ю.Ю.⁴

¹ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»
Національної академії аграрних наук України
вул. Вокзальна, 11, 08631, смт. Глеваха, Васильківський р-н, Київська обл.
vvadamchuk@gmail.com, nnc-imesg@ukr.net

²Інститут агроекології та природокористування
Національної академії аграрних наук України
вул. Метрологічна, 12, 03143, м. Київ
agroecologinaan@gmail.com, agroecologinaan@gmail.com

³Інститут аналітичних методів контролю
пр. Науки, 46, корп. 3, 03680, м. Київ
chief@inam.kiev.ua

⁴Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
імені М.П. Семененка Національної академії наук України
пр. Академіка Палладіна, 03680, м. Київ-142
office.igmr@gmail.com, voitiuk_yulia@ukr.net

Проведено аналіз 92 хімічних елементів таблиці Д.І. Менделєєва, їх вмісту в ґрунті і потреби в них людини. Внаслідок досліджень із визначення валового вмісту хімічних елементів у ґрунті, поглинання їх кінцевими продуктами рослинництва та порівняння з гранично допустимими концентраціями (далі – ГДК) в продуктах рослинництва встановлено, що ґрунти обраних полів та їх вміст у кінцевих продуктах не відповідають вимогам органічного землеробства за вмістом у них хімічних елементів, які шкідливі для людини, та їх не враховують в органічному землеробстві. Запропоновано обґрунтувати ГДК на 79 хімічних елементів. Виробництво мікроорганізмів необхідно проводити з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і крім діючої речовини вказувати їхній хімічний склад і вміст. Визначення валового вмісту всіх хімічних елементів у ґрунті рекомендовано проводити в режимі «on-line» за допомогою лазерного аналізатора. *Ключові слова:* органічне землеробство, вміст хімічних елементів, ґрунт, здоров'я людини, рослина, навколишнє середовище, гранично допустима концентрація.

К проблеме органического земледелия. Адамчук В.В., Литвинюк Л.К., Бойко А.Л., Дем'янюк О.С., Моргунов Э.И., Кураева И.В., Войтюк Ю.Ю. Проведен анализ 92 химических элементов таблицы Д.И. Менделеева, их содержания в почве и потребности в них человека. В результате исследований валового содержания химических элементов в почве, поглощения их конечными продуктами растениеводства и сравнения с ПДК в продуктах растениеводства установлено, что данные почвы и их содержание в конечных продуктах не отвечают требованиям органического земледелия. Предложено обосновать ПДК на 79 химических элементов. Производство микроорганизмов необходимо производить с учетом почвенно-климатических условий и помимо действующего вещества указывать их химический состав (%). Определение валового содержания химических элементов в почве рекомендовано проводить в режиме «on-line» с помощью лазерного анализатора. *Ключевые слова:* органическое земледелие, содержание химических элементов, почва, здоровье человека, окружающая среда, предельно допустимая концентрация.

Problems of organic agriculture. Adamchuk V.V., Litvinuk L.K., Boiko A.L., Demyanyuk O.S., Morgunov E.I., Kuraeva I.V., Voitiuk Y.Y. Carried analysis 92 chemical elements tables of D.I. Mendeleev as to they contents in soil and their necessity for humanity. In the issue to mark out total contain chemical elements in soil, absorb they final products of plants and comparison them with maximum allowed concentrations (MAC) in products of plant-growing. It is determined that its soils and their contents in final products do not answered demanded of organic agricultural. It is proposed to substantiate MAC on 79 chemical elements. Production of microorganisms necessary to make with cross off the register soil-climate condition and *Key words:* organic agriculture, content, chemical elements, soil, human's health, environment, maximum allowed concentrations (MAC).

Постановка проблеми. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до незбалансованого вмісту хімічних елементів у ґрунтах України з перевищенням санітарно-гігієнічних допустимих норм вмісту хімічних елементів у ґрунтах, навколишньому середовищі, продуктах рослинництва, тваринництва та харчових, що призводить до захворювань тварин і людей [1; 2; 3; 4; 5; 6].

У зв'язку з цим виникла необхідність одержати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію та покращити екологію навколишнього середовища, що передбачає органічне виробництво. Органічне виробництво направлене на відтворення природної родючості ґрунту, здоров'я людей, екологію навколишнього середовища та виключає застосування пестицидів, синтетичних мінеральних добрив (із внесенням калійних добрив у ґрунти потрапляє 58% Cl, а з внесенням фосфорних добрив (у відсотковому співвідношенні, %): F – 0,01–0,02, Zn – 0,005–0,025, Cd – 0,005–0,007, Pb – до 0,006, Mn – 0,053–0,72, Cu – 0,030–0,033, Co – 0,0005, Mo – 0,0002–0,0125), хімічних регуляторів росту рослин і генетично модифікованих організмів (ГМО) [7; 8; 9; 10; 11; 28].

Актуальність дослідження. Насправді цих заходів абсолютно недостатньо, тому що ґрунти забруднені хімічними елементами внаслідок внесення забруднених мінеральних добрив, засобів захисту рослин, застосування біопрепаратів із різним вмістом макро- та мікроелементів, що призводить до мікроелементозу, а також закупленого європейського ГМО та завірусованого насіння. Все це призводить до зниження родючості ґрунту, забруднення навколишнього середовища та зниження врожайності. За класичним трактуванням, родючість ґрунту – сукупність властивостей ґрунту, що забезпечують урожай сільськогосподарських культур [12]. Родючість ґрунту залежить від фізичних (щільність, порозність, структура, гранулометричний склад, фізико-механічні властивості) і хімічних показників (сукупність валового вмісту хімічних елементів, які є в кінцевому результаті в системі потреб людини в хімічних елементах людина – ґрунт – рослина – тварина – навколишнє середовище. У статті розглядається вплив валового вмісту хімічних елементів у ґрунті, їх вміст у кінцевих продуктах рослинництва та відповідність гранично допустимим концентраціям (далі – ГДК) взагалі і за ведення органічного землеробства зокрема.

Станом на 2018 рік у світі задіяно більше 51 млн га під органічним виробництвом (більше 1% сільськогосподарських земель світу), зокрема в Україні – до 0,42 млн га [9; 10; 11]. В Україні розроблено правила виробництва, перероблення, транспортування та зберігання органічних продуктів, контроль біодобрив, біопрепаратів і допоміжних продуктів для використання в органічному сільському господарстві [7; 8].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Продукти органічного виробництва за своїми фізико-хімічними характеристиками повинні відповідати вимогам організму людини щодо покриття його енергетичних витрат, побудови й оновлення тканин і регулювання функцій організму, тобто вміст хімічних елементів (зокрема й важких металів) у кінцевих продуктах повинен бути в межах вмісту хімічних елементів організму людини з урахуванням проміжних перетворень у системі людина – ґрунт – рослина – тварина – навколишнє середовище [2; 3]. Ця проблема не вирішена на світовому рівні, зокрема і в Україні. Не обґрунтовано ГДК хімічних елементів у різновидах ґрунтів ґрунтово-кліматичних зон України для хімічних елементів від водню до урану.

Вміст деяких важких елементів у ґрунтах і їхній вплив на навколишнє середовище приведено в працях ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» НААН. Значна територія (4,6 млн га) України забруднена радіоактивними хімічними елементами внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. За ступенем екологічної безпеки для ґрунтів, рослин, тварин і людини вони поділені на три класи: до першого класу належать високонебезпечні елементи (As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn, I); до другого – середньонебезпечні (B, Co, Ni, Mo, Sb, Cz); до третього – малонебезпечні (Ba, V, Mn, Sr) [1; 2; 3; 14; 15; 16].

Отже, для одержання екологічно чистої продукції необхідно знати валовий вміст хімічних елементів у ґрунті та кінцевій продукції рослинництва, зокрема і в продуктах органічного землеробства.

Мета досліджень – окреслити можливість створення екологічно чистого ґрунтового й навколишнього середовища для одержання екологічно чистих продуктів рослинництва, тваринництва і здоров'я людини.

Новизна. Робоча гіпотеза – передбачаємо, що можливо створити екологічно чисте ґрунтове та навколишнє середовище й одержати екологічно чисті продукти рослинництва та тваринництва, визначивши вміст хімічних елементів у ґрунті в режимі «on-line», та на основі визначеного вмісту хімічних елементів у ґрунті обґрунтувати необхідні технологічні операції для протікання внутрішньоґрунтових хімічних реакцій, зв'язування негативних наслідків від визначених у ґрунті перевищених концентрацій хімічних елементів, які негативно впливають на навколишнє середовище, якість кінцевих продуктів рослинництва, тваринництва і здоров'я людини.

Методологічне або загальнонаукове значення. За допомогою аналітично-експериментального методу проведено аналіз періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва щодо вмісту хімічних елементів, їх щільності та відносної атомної маси, вмісту в земній корі та в шарі ґрунту 0–30 см із наведенням відомих ГДК у ґрунті, вмісту хімічних елементів в організмі людини, добової потреби організму

людини та застосування в народному та сільському господарствах. Валовий вміст хімічних елементів у ґрунтах і сільськогосподарських продуктах, вирощених на них, визначено за допомогою прецизійного РФА «ЕКСПЕРТ-3L», абсолютна похибка – 0,003–0,02%, СТЕ-1 спектрографі великої дисперсії (4,7 А/мм) та S1 Titan (BRUKER). Зразки ґрунтів і вирощені на них сільськогосподарські продукти відібрані в Київській і Вінницькій областях. За результатами спектрального аналізу з валового вмісту хімічних елементів у ґрунті та вирощених продуктах, порівнюючи з валовим вмістом у ґрунтах, з відомими ГДК вмісту їх у ґрунті та вирощених продуктах, визначено коефіцієнт біологічного поглинання валового вмісту хімічних елементів сільськогосподарськими продуктами та зроблено висновок щодо можливості проведення органічного землеробства на цих ґрунтах.

Об'єкт досліджень – орний шар чорнозему типового середньосуглинкового та дерново-підзолистого ґрунтів і вирощені на цих ґрунтах сільськогосподарські продукти.

Предмет досліджень – визначення залежності валового вмісту хімічних елементів у вирощених сільськогосподарських продуктах від валового вмісту хімічних елементів в орному шарі ґрунту.

Виклад основного матеріалу. У ґрунті та в організмі людини виявлено 89 і 88 хімічних елементів, тому виникла необхідність провести аналіз щодо вмісту хімічних елементів у ґрунті та в кінцевих продуктах рослинництва [11]. У таблиці 1 наведено: валовий вміст хімічних елементів у земній корі, в шарі ґрунту 0–30 см чорнозему типового середньосуглинкового, ГДК, валовий вміст в організмі людини, добова потреба для людини та значення їх для клітини й організму. Із таблиці 1 випливає:

1. У періодичній системі хімічних елементів Д.І. Менделєєва є відхилення періодичності з а.о.м. в астата і протактинія, тобто ці елементи недостатньо досліджені, і між ними можуть бути ще інші елементи, вплив яких на навколишнє середовище і кінцеві продукти рослинництва не досліджено.

2. Важкі метали та їхні радіоактивні ізотопи негативно впливають на навколишнє середовище, продукти рослинництва і людину, але на даний час немає одностайної трактовки терміну «важкий метал», тому необхідно узгодити на світовому рівні трактовку цього терміну. На даний час є два визначення, а саме по щільності – більше 8 г/см³ і по а.о.м. більше 50 і згідно з періодичною системою хімічних елементів по першому визначенню важких металів 34 (водночас Sn, As і Zn мають щільність менше 8 г/см³), а по другому – 70. Наукові дослідження проводять в основному з 4–12 елементами.

3. Практично в земній корі розповсюджено всі хімічні елементи, їх концентрація різна, зокрема, вміст частини хімічних елементів у земній корі перевищує валову ГДК деяких хімічних елементів

у декілька разів. Наприклад: 28Ni – у 1,0625 разів; 48Ca – у 6; 51Sb – у 9; 82Pb – у 18,75; 25Mn – у 1,66; 80Hg – у 4,6. Для зниження ГДК цих елементів у продуктах рослинництва необхідно кислотність ґрунту довести до рекомендованих меж для даної сільськогосподарської культури.

4. Валовий вміст деяких хімічних елементів у шарі ґрунту 0–30 см (чорнозем типовий середньосуглинковий), на відміну від валового вмісту ґрунту в земній корі, перевищує валову ГДК також у декілька разів: 19R – у 1,088; 24Cr – 2,285; 33As – 3,4; 34Se – 11,66; 40Zn – 2,75; 41Nb – 2; 42Mo – 2,75; 48Cd – 108; 49In – 25,78; 50 Sn – 1,425; 51 – Sb – 148; 53I – 292,5; 92U – 4,666. Пояснити це можливо надмірним застосуванням засобів захисту рослин і результатами аварії на ЧАЕС.

5. На даний час обґрунтовано валову ГДК на 13 хімічних елементів, але, враховуючи те, що практично у внутрішньогрунтового хімічному процесі приймають прямо або опосередковано участь усі 92 хімічні елементи, необхідно науково обґрунтувати валову ГДК ще на 79 хімічних елементів.

6. Вміст хімічних елементів в організмі людини носить металоїдний характер.

7. Із порівняння добової потреби людини в хімічних елементах випливає, що з відомих даних можна зробити висновок про те, що питання складу хімічних елементів у людині і добова потреба людини в хімічних елементах на даний час вирішена з 15 хімічними елементами, тому ще необхідно провести дослідження з 77 хімічними елементами. Цю проблему необхідно вирішувати на державному рівні, оскільки землеробство існує для задоволення потреб людини в хімічних елементах.

8. Залежність кількості захворювань людини (від 3 до 25 на один елемент) від нестачі або надлишку хімічних елементів в організмі людини досліджено тільки на 12 хімічних елементах, причому всі 12 хімічних елементів мають від 2 до 25 радіоактивних ізотопів.

9. Для визначення придатності ґрунту до ведення органічного землеробства необхідно визначити валовий вміст (%) 92 хімічних елементів і порівняти їх значення з гранично допустимими концентраціями (ГДК, %), на основі значень порівняння прийняти рішення про відповідність умовам органічного землеробства або визначити перелік необхідних технологічних операцій для зниження ГДК до допустимого рівня для даної сільськогосподарської культури.

У зв'язку з тим, що немає валових значень ГДК у ґрунті на 79 хімічних елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва, то для тимчасового порівняння величини коефіцієнта поглинання валового вмісту хімічних елементів із ґрунту продуктами рослинництва пропонуємо в наших дослідженнях застосовувати орієнтовно допустимі концентрації

Таблиця 1

Валовий вміст хімічних елементів у земній корі, в шарі ґрунту 0–30 см чорнозему типового середньосуглинкового, ГДК, в організмі людини, добова потреба для людини, значення для клітини й організму

Номер у системі Д.І. Менделєєва	Хімічний елемент	Тип групи, щільність, Мг/м ³ , атомна маса, а.о.м. [16]	Розповсюдженість у земній корі, % [16]	Валовий вміст у шарі 0–30 см, % (РФА)	ГДК, % (валова форма) [2, 4, 13–15]	Склад елементів в організмі людини, мг на масу тіла 70 кг [11, 27]	Добова потреба для людини, мг [11, 28]	Область застосування, кількість захворювань людини в разі недостачі або надлишку елемента, шт., радіоактивність [16–21, 1]
1	H	газ, 0,08987, 1,00797	1,0	н.в.	-	8–10	-	у процесі синтезу аміаку, програвники, добрива, ЗЗР, у складі рослин, у медицині, радіоактивний ізотоп ³ H (тритій) та ін.
2	He	газ, 0,17846, 4,003	5,24x10 ⁻²⁴	н.в.	-	0,1 10 ⁻⁶	-	у живих організмах і рослинах, авіація, в науково-дослідних роботах та ін.
3	Li	метал, 0,536, 6,941	0,0065	н.в.	-	0, 10 ⁻⁷	-	ядерна енергетика, інсектициди, 18 захворювань людини, 2 радіоактивних ізотопи та ін.
4	Be	неметал, 1,847, 9,013	6x10 ⁻⁴	н.в.	-	0,4–40 (мкг)	-	електротехніка, металургія, ядерна енергетика, авіація та ін.
5	B	неметал, 2,354, 10,811	3x10 ⁻⁴	н.в.	-	+	1–2	синтез РНК і ДНК, добрива, металургія, електротехніка та ін.
6	C	неметал, 2,666, 10,811, 12,0112	0,14	н.в.	-	15–18	800–1200	головний структурний компонент усіх органічних сполук, ядерні реактори, електротехніка, 6 радіоактивних ізотопів (¹⁴ C – радіоактивний індикатор)
7	N	газ, 1,002, 14,0067	0,04	н.в.	-	1,5–3,0	-	добриво, синтез з'єднань, хімічна промисловість та ін.
8	O	газ, 1,469, 15,9994	47,3	49,59	-	65–75	-	процеси в ґрунті, в людині й рослині, вступає в реакції практично з усіма елементами, відомо 5 радіоактивних ізотопів та ін.
9	F	газ, 0,00170, 18,9984	6,25x10 ⁻²	н.в.	-	2,6 г	3,1–3,8	у складі кісток і зубної емалі, 18 захворювань людини, медицина, в ракетному паливі, харчова промисловість, відомо 6 радіоактивних ізотопи та ін.
10	Ne	газ, 3,120–20,170	штучний	н.в.	-	-	-	світлотехніка, радіоелектроніка, відомо 5 радіоактивних ізотопів та ін.

Продовження таблиці 1

11	Na	метал, 0,966, 22,9898.	2,64	н.в.	-	0.02–03	0,8 г	в клітинах у вигляді іонів, нормалізує ритм серцевої діяльності, впливає на синтез гормонів, добриво, медицина, відомо 6 радіоактивних ізотопів, та ін.
12	Mg	метал, 1,737, 24,305.	2,10	н.в.	-	0.0205	250–350	у складі молекул хлорофілу, кісток і зубів, активізує енергетичний обмін і синтез ДНК, металургія тощо, відомо 5 радіоактивних ізотопів.
13	Al	метал, 2,698, 26,981.	8,80	4,46	-	3050	-	металургія, електротехніка, солі алюмінію легко розчиняються у воді та ін.
14	Si	неметал, 2,33, 28,0855.	27,6	37,26	-	1 г	-	добрива, інсектициди, техніка, кібернетика, промисловість, 12 хвороб людини тощо.
15	P	неметал, 1,828, 30,973.	0,08	н.в.	-	1,0–1,25	1000–1200	в білках, кістках тощо, добрива, інсектициди, металургія, військова справа, відомо 6 радіоактивних ізотопів та ін.
16	S	неметал, 2,085, 32,064.	~0,1	0,064	-	0,3	1 г	інсектициди, добрива, білкові речовини рослин і тварин, морозостійкість рослин, ЗЗР, відомо 6 радіоактивних ізотопів та ін.
17	Cl	газ, 0,00322. 35,453.	$1,7 \times 10^{-2}$	н.в.	-	0,2	5–7 г	шпунковий сік, плазма, ЗЗР, дезінфікатори, ядохімікати, в ракетному паливі, відомо 7 радіоактивних ізотопів та ін.
18	Ar	газ, 0,536 $\times 10^{-3}$ 39,948.	штучний	н.в.	-	-	-	радіоелектроніка, мінеральні води, металургія, світлотехніка, ядерна техніка та ін.
19	K	метал, 0,862, 39,098.	~2,60	2,83	-	0,15–0,25	1500–2500	в клітині тільки у вигляді іонів, активує ферменти білкового синтезу, зумовлює ритм серцевої діяльності, бере участь у процесах фотосинтезу, добрива, ⁴⁰ K слабко радіоактивний ізотоп та ін.
20	Ca	метал, 1,520, 40,08.	3,60	3,26	-	0,04–1,9	800–1200	добрива і ЗЗР у складі клітинної стінки рослин, кісток і зубів, активує згортання крові й скорочення м'язових волокон, відомо 9 радіоактивних ізотопів та ін.
21	Sc	метал, 3,02, 44,96.	6×10^{-4}	н.в.	-	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	радіотехніка, радіоелектроніка, атомна енергетика, медицина, відомо 10 радіоактивних ізотопів та ін.
22	Ti	метал, 4,505, 47,90.	0,60	0,45	-	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	хімічна промисловість, машинобудування, активізує метаболізм у рослинах, підвищує стійкість рослин до грибкових та бактеріальних хвороб, інтенсифікує фотосинтез і засвоєння живлення, відомо 10 радіоактивних ізотопів та ін.

Продовження таблиці 1

23	V	метал, 6,1, 50, 942.	0,15	0,02	0,015	0,11	-	сільське господарство, медицина, металургія, 4 захворювання людини та ін.
24	Cr	метал, 7,194, 51,996	0,035	0,008	-	6	0,1–30	металургія, 15 захворювань людини, відомо 6 радіоактивних ізотопів та ін.
25	Mn	метал, 7,469, 54,9381.	0,09	0,05	0,15	12–20	2,0–5,0	у складі деяких ферментів, підвищує їхню активність, бере участь у розвитку кісток, асиміляції азоту й процесу фотосинтезу, 3 захворювання людини, має 2 радіоактивні ізотопи та ін.
26	Fe	метал, 7,86, 55,847.	5,1	1,93	-	0,006	10,0–15,0	у складі багатьох ферментів, гемоглобіну і міоглобіну, бере участь у біосинтезі хлорофілу, у процесах дихання і фотосинтезу, 25 захворювань людини, відомо також 6 радіоактивних штучних ізотопів та ін.
27	Co	важкий метал, 8,9, 58,933.	$1,8 \times 10^{-3}$	н.в.	-	1,5, (0,0003)	близько 0,2	у складі вітаміну В ₁₂ , бере участь у фіксації атмосфер- ного азоту рослинами, розвитку еритроцитів, добрива, 19 захворювань людини, всі штучні ізотопи радіоактивні, відомо 13 радіоактивних ізотопів та ін.
28	Ni	важкий метал, 8,897, 58,70.	8×10^{-3}	0,0024	0,0085	1–2 (0,004 %)	-	легучий елемент, електротехніка, 28 захворювань людини, добриво, у складі ферменту уреазі, легучий елемент, відомо 7 радіоактивних ізотопів та ін.
29	Cu	важкий метал, 8,9–8,94, 63,54.	0,010	0,0019	0,0055	0,0087– 0,014%, 72	1,0–1,5	у складі деяких ферментів, бере участь у процесах кровотворення, фотосинтезу, синтезу гемоглобіну, ЗЗР, 17 захворювань людини, відомо 10 радіоактивних ізотопів та ін.
30	Zn	важкий метал, 7,13, 65,37.	0,005	0,004	0,001	2300	7–10	у складі деяких ферментів, бере участь у синтезі рослин- них гормонів і спиртовому бродінні, стимулятор росту, 19 захворювань людини, відомо 9 радіоактивних ізотопів та ін.
31	Ga	метал, 5,9037 Мг/м ³ , 69,72.	$1,5 \times 10^{-3}$	0,0013	-	0,1 10 ⁻⁶	-	атомна техніка, медицина, сонячні батареї, активне лазерне середовище, «холодна» пайка та ін.
32	Ge	метал, 5,324, 72,59.	7×10^{-4}	н.в.	-	0,1 10 ⁻⁶	-	радіотехніка, медицина, електротехніка, ядерна техніка та ін.
33	As	важкий метал, 5,73, 74,9216.	5×10^{-4}	0,0017	0,0002	18	-	інсектициди, гербіциди, медицина, 25 захворювань людини, існує 13 радіоактивних ізотопів та ін.

Продовження таблиці 1

34	Se	неметал, 4,48, 78,96.	6×10^{-4}	0,007	-	14	20–100	гербіциди, фунгіциди, інсектициди, 5 захворювань людини, електротехніка, металургія, відомо 11 радіоактивних ізотопів та ін.
35	Br	важка рідина, 3,120–3,400, 79,904.	$1,6 \times 10^{-4}$	н.в.	-	+	-	інсектициди, медицина, 12 захворювань людини та ін.
36	Kr	інертний газ, 0,908, 83,80.	із повітря	н.в.	-	-	-	електровакумна техніка, відомо 6 радіоактивних ізотопів та ін.
37	Rb	метал, 1,532 Мг/м ³ , 85,47.	$1,5 \times 10^{-2}$	0,008	-	+	-	ядерні реактори, радіотехніка, медицина, геофізика і космічні дослідження, в складі мастил для космічної і ракетної техніки, один із складників ізотопів радіоактивний, відомо 16 штучних радіоактивних ізотопів та ін.
38	Sr	метал, 2,63, 87,62.	0,04	0,0016	-	0,001	-	металургія медицина, хімічна промисловість, відомо 13 радіоактивних ізотопів, токсичність радіоізотопу ⁹⁰ Sr у 25 разів більше за інші продукти розпаду, накопичуються в кістках і важко виводяться з організму тощо.
39	Y	метал, 4,472, 88,905.	$2,8 \times 10^{-2}$	0,0028	-	0,0001	-	металургія, медицина, атомна енергетика тощо.
40	Zr	метал, 6,50-6,53, 91,22.	0,020	0,055	-	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	атомна енергетика, медицина, електротехніка, відомо 14 радіоактивних ізотопів та ін.
41	Nb	метал, 8,57, 92,906.	1×10^{-3}	0,0020	-	-	-	атомна енергетика, хімічна промисловість, літакобудування, відомо 13 радіоактивних ізотопів та ін.
42	Mo	метал, 10,218, 95,94.	3×10^{-4}	0,0011	-	10 мг	0,1–50	у складі деяких ферментів, бере участь у процесах зв'язування атмосферного азоту рослинами, 11 захворювань людини, відомо 13 радіоактивних ізотопів та ін.
43	Tc	метал, 11,563, 99,0.	штучний	н.в.	-	-	-	медицина, джерело β -випромінювання, яке майже не змінюється в часі, радіоактивний метал та ін.
44	Ru	метал, 12,06, 101,07.	5×10^{-7}	н.в.	-	-	-	компонент у сплавах і барвниках, один ізотоп радіоактивний, відомо 16 штучних радіоактивних ізотопів та ін.
45	Rh	метал, 12,44, 102,905.	1×10^{-7}	н.в.	-	$0,1 \times 10^{-6}$	-	легуюча промисловість, сплави з платиною та іридієм, лікарські препарати, радіоактивні ізотопи мають масові числа від 96 до 110 та ін.

Продовження таблиці 1

46	Pd	метал, 12,16, 106,4.	1×10^{-6}	н.в.	-	-	-	хімічна промисловість та фільтри для очищення водно, ювелірні вироби, сплави, відомо 14 радіоактивних ізотопів та ін.
7	Ag	метал, 10,49, 107,869.	1×10^{-5}	н.в.	-	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	лікувальні та бактеріцидні препарати, хімія, електротехніка, медицина, хімічна промисловість, відомо 14 радіоактивних ізотопів та ін.
48	Cd	важкий метал, 8,65, 112,40.	5×10^{-5}	0,0054	-	50	-	хімічна промисловість, медицина, сплави, фарби, відомо 12 радіоактивних ізотопів та ін.
49	In	метал, 7,3, 114,82.	$1,4 \times 10^{-5}$	0,0049	-	-	-	корозійна та антизадирна стійкість підшипників, припої, електроніка, медицина та ін.
50	Sn	важкий метал, 7,295, 118,69.	4×10^{-3}	0,0057	-	$0,1 \cdot 10^{-5}$	0,03–0,07	легуючий елемент, електротехніка, медицина, хімічна промисловість, біла бляха, існує 15 радіоактивних ізотопів та ін.
51	Sb	метал, 6,69, 121,75.	5×10^{-5} – 1×10^{-5}	0,0074	0,00045	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	медицина, акумулятори, джерело γ -випромінювання, сплави, відомо понад 20 радіоактивних ізотопів та ін.
52	Te	неметал, 6,0, 127,61.	1×10^{-6}	0,010	-	-	-	металургія, сплави, радіотехніка, мікробіологія, хімічна промисловість, відомо понад 20 радіоактивних ізотопів та ін.
53	I	неметал, 3,96–4,94, 126,905.	4×10^{-5}	0,0117	-	15–20	0,20–0,15 мг	в гормоні тироксину, медицина, 17 захворювань людини, радіоелектроніка, відомо понад 22 радіоактивних ізотопів та ін.
54	Xe	Інертний газ, 1,10–5,8971, 131,293.	штучний	н.в.	-	-	-	в газорозрядних лампах і медицині, окислювальні і фторувальні агенти, відомо 18 радіоактивних ізотопів та ін.
55	Cs	метал, 2,13–1,102 132,905.	$3,7 \cdot 10^{-4}$	н.в.	--	+	-	радіоелектроніка, оптика, медицина, люмінесценція, має 21 радіоактивних ізотопів та ін.
56	Ba	метал, 3,594, 137,34.	0,05	0,0135	-	20	-	рентгенодіагностика, металургія, медицина, сплави, поглинач γ випромінювання та ін.
57	La	метал, 5,97–6,166, 138,91.	$1,8 \times 10^{-3}$	н.в.	-	-	-	електронна техніка, металургія, сплави, поглинач газів, матеріал для твердотілих лазерів, має 17 радіоактивних ізотопів та ін.
58	Ce	метал, 6,66–8,23, 140,116.	$4,5 \times 10^{-3}$	н.в.	-	+	-	лазерна техніка, промисловість, металургія, має близько 15 радіоактивних ізотопів та ін.

Продовження таблиці 1

59	Pr	метал, 6,47–6,782 140,907.	7×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	легуючі добавки , світло, має 15 радіоактивних ізотопів та ін.
60	Nd	метал, 6,80–7,003, 144,24.	$2,5 \times 10^{-3}$	н.в.	-	-	-	-	міндобрива, металургічне скло, радіотехніка, відомо 7 радіоактивних ізотопів та ін.
61	Pm	метал, 7,22, 147,0.	при діленні урану	н.в.	-	-	-	-	атомні реактори, мініатюрні батареї, радіоактивний хімічний елемент та ін.
62	Sm	метал, 7,400–7,537, 150,35.	7×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	-
63	Eu	метал, 5,30, 151,96.	$1,2 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	ядерні реактори, медицина, спеціальне скло та ін.
64	Gd	метал, 7,886–7,96, 157,25.	1×10^{-3}	н.в.	-	-	-	-	атомна енергетика, сплави та ін.
65	Tb	метал, 8,234–8,12, 158,934.	$1,5 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	скло, магнітні сплави, лазерні матеріали, відомо 17 радіоактивних ізотопів та ін.
66	Dy	метал, 8,45–8,560, 162,50.	$4,5 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	магнітні сплави, радіоелектроніка, детектори слабих нейтронних потоків та ін.
67	Ho	метал, 8,781, 164,930.	$1,3 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	магнітні сплави, радіоелектроніка, надпровідникові мате- ріали та ін.
68	Er	метал, 9,040–9,045. 167,26.	$1,2 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	магнітні сплави, відомо 14 радіоактивних ізотопів та ін.
69	Tm	метал, 9,314, 168,934.	8×10^{-5}	н.в.	-	-	-	-	електрорадіотехніка, медицина, відомо 14 радіоактивних ізотопів та ін.
70	Yb	метал, 6,56–7,02, 173,04.	3×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	електрорадіотехніка, спеціальні сплави та ін.
71	Lu	метал, 9,835, 174,97.	1×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	каталізатори і люмінофори, медицина, нейтронні джерела, відомо 12 радіоактивних ізотопів та ін.

Продовження таблиці 1

72	Hf	метал, 13,09, 178,49.	$3,3 \times 10^{-4}$	н.в.	-	-	-	-	атомна енергетика, сплави, електротехнічна промисловість та ін.
73	Ta	метал, 16,50, 180,948.	2×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	отрути, радіо, електротехніка, атомна енергетика, космічна техніка, хірургія, відомо 13 радіоактивних ізотопів та ін.
74	W	важкий метал 19,23, 183,928.	1×10^{-4}	н.в.	-	-	-	-	газорозрядні прилади, в сплаві з іншими елементами, джерело живлення, лампи накаливання, ракетні двигуни, космічні кораблі та ін.
75	Re	метал, 21,02, 186,31	1×10^{-7}	н.в.	-	-	-	-	електронна промисловість, сплави, ¹⁸⁶ Re слабкорадіоактивний, відомо 16 штучних ізотопів та ін.
76	Os	метал, 20,1–22,50, 190,20.	5×10^{-6}	н.в.	-	-	-	-	синтез аміаку, сплави, дослідження тканин, відомо 9 штучних ізотопів та ін.
77	Ir	метал, 20,0–22,42, 192,22.	1×10^{-7}	н.в.	-	-	-	-	сплави, тиглі, прилади, термометри та ін.
78	Pt	важкий метал, 19,0–21,37, 195,09.	5×10^{-7}	н.в.	-	-	-	-	наукові і промислові виробни, електротехніка, радіотехніка, автотехніка, відомо 22 радіоактивних ізотопів та ін.
79	Au	метал, 19,299, 196,097	$(1-6) \times 10^{-7}$	н.в.	-	-	-	-	електротехніка, ювелірні виробни, медицина, сплави, відомо 13 радіоактивних ізотопів та ін.
80	Hg	важкий метал, 13,596–14,383 200,50.	$4,5 \times 10^{-6}$	н.в.	0,00021	0,02–0,7	-	-	гербициди, протравники, отрутохімікати, медицина, приладобудування, електротехніка, відомо про 21 радіоактивний ізотоп та ін.
81	Tl	метал, 11,540–11,850, 204,37.	4×10^{-3}	н.в.	-	+	-	-	електроніка, електротехніка, інфрачервона техніка, отрутохімікати, відомо 17 радіоактивних ізотопів та ін.
82	Pb	важкий метал, 11,34, 207,19.	$1,6 \times 10^{-4}$	н.в.	0,003	120	-	-	хімічна промисловість, атомна енергетика, сплави, акумулятори, рентгенотехніка, 5 радіоактивних ізотопів та ін.
83	Bi	метал, 9,807–9,84, 208,98.	2×10^{-5}	н.в.	-	-	-	-	сплави, фармакологія для антисептичних і дезінфекційних препаратів, постійні магніти, металургія, ²⁰⁹ Pb радіоактивний ізотоп та ін.
84	Po	метал, 9,314, 210,0.	2×10^{-14}	н.в.	-	-	-	-	джерело α -випромінювання, аналіз хімічного складу різних матеріалів, радіоактивний елемент та ін.

Продовження таблиці 1

85	At	метал, - 209,98.	30 г в товщі Землі 20 км	н.в.	-	-	-	лікування щитовидної залози, медицина, радіоактивний елемент та ін.
86	Rn	радіоактивний інертний газ, 1,2, 222.	7×10^{-16} 115 т. в товщині 1,6 км	н.в.	-	-	-	медицина, токсична отрута, визначення урану і торію в гірських породах, хімічний радіоактивний елемент та ін.
87	Fr	метал, 2,44, 223,0.	β -активний ізоотп	н.в.	-	-	-	радіохімія, медицина, радіоактивний елемент та ін.
88	Ra	метал, 5,5-6,0, 226,0.	1×10^{-10}	н.в.	-	+	-	джерело радону, нейтронні джерела, медицина, радіоактивний елемент та ін.
89	Ac	метал, 10,07, 227.	11300 т в товщі Землі 1,6 км	н.в.	-	-	-	нейтронні джерела, небезпечна радіоактивна отрута та ін.
90	Th	метал, 11,1-11,5, 232,038.	8×10^{-4}	н.в.	-	$0,1 \cdot 10^{-6}$	-	ядерне паливо, сплави, генераторні лампи, радіоактивний хімічний елемент, відомо 15 ізотопів та ін.
91	Pa	метал, 15,37, 231,036.	1×10^{-10}	н.в.	-	-	-	одержання атомної енергії, радіоактивний хімічний елемент та ін.
92	U	метал, 19,06-15,01, 238,03.	3×10^{-4}	0,0014	-	+	-	ядерні реакції, накопичення плутонію, джерело енергії в ядерній зброї, радіоактивний хімічний елемент та ін.

Примітка: н.в. – не визначено.

(далі – ОДК) вмісту важливих для життя людини хімічних елементів у деяких сільськогосподарських продуктах на основі проведених досліджень [26; 27]. У таблиці 2 наведено тимчасові ОДК вмісту важливих для життя людини хімічних елементів у деяких сільськогосподарських продуктах.

Дані таблиці 2 зі значень ОДК рекомендується використовувати для визначення концентрації хімічних елементів у продуктах рослинництва, шляхом порівняння їх валового вмісту хімічних елементів із валовим вмістом хімічних елементів у ґрунті перед початком сівби даної культури, а також можливо визначати динаміку переходу хімічних елементів із ґрунту в рослину за період вегетації, тобто одержати в динаміці значення коефіцієнта поглинання хімічних елементів із ґрунту в продукти рослинництва.

У таблиці 3 наведено результати дослідження авторів із визначення валового вмісту хімічних елементів у зерні сої і пшениці, що вирощені на чорноземі типовому середньосуглинковому за РФА «ЕКСПЕРТ-3L» (Київська обл., Лісостеп).

Із таблиці 3 випливає:

1. Валовий вміст хімічних елементів у шарі ґрунту 0–30 см у порівнянні з валовим вмістом у земній корі в основному нижче, ніж у земній корі, за виключенням певних елементів, які перевищують у земній корі: 14Si – у 1,35 разів; 19K – у 1,088; 28Ni і 29Cu – у 2,35. Щодо нікелю й міді, то ці елементи

поповнили шар ґрунту 0–30 см за рахунок добрив, застосування засобів догляду і захисту рослин.

2. Співвідношення фактичної концентрації хімічних елементів у шарі ґрунту 0–30 см до середньої концентрації ґрунтів України в основному перевищує в межах 1,1–35,51, причому найбільше перенасичення шару ґрунту 0–30 см сіркою, галієм, залізом, цинком і нікелем.

3. Коефіцієнти поглинання соєю найбільші: 16S – 102,36; 30Zn – 56,51; 29Cu – 31,49; і 28Ni, причому вміст 16S перебільшує ОДК у 18,52, а 26Fe – в 50,1 разів. Для оцінки других елементів немає ОДК і ГДК.

4. Коефіцієнти поглинання пшеницею найбільші: 16S – 116,44; 30Zn – 128,37; 25Mn – 17,25; 29Cu – 39,57 і 37Rb – 10,85.

5. Фактична концентрація важких металів у шарі ґрунту 0–30 см перевищує середню концентрацію елементів у ґрунтах України в межах 1,233 – 35,515 разів, зокрема Mn – 1,233, Zn – 4,27, Fe – 5,236, Cu – 6,76, Ni – 35,515.

6. У порівнянні ФК у шарі ґрунту 0–30 см із ГДК на важкі метали концентрація Mn у допустимих межах, концентрація Ni перевищує в 10,91 разів, Cu – в 1,78 разів і Zn – в 2,26 рази, тобто даний чорнозем типовий середньосуглинковий, по цим показникам не придатний для органічного землеробства.

Валовий вміст хімічних елементів у сої і пшениці відносно валового вмісту хімічних елементів у шарі

Таблиця 2

Тимчасові ОДК вмісту важливих для життя людини хімічних елементів у деяких сільськогосподарських продуктах

№ з/п	Продукт	Орієнтовно допустима концентрація хімічних елементів, %								
		Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Si	S	Cl
1	Пшениця м'яка озима	0,008	0,332	0,051	0,114	0,350	0,0052	0,045	0,095	0,028
2	Пшениця м'яка ярова	0,008	0,357	0,058	0,106	0,412	0,0058	0,053	0,110	0,033
3	Пшениця тверда	0,008	0,334	0,064	0,115	0,379	0,0054	0,049	0,103	0,033
4	Жито	0,004	0,432	0,060	0,123	0,377	0,0055	0,088	0,087	0,049
5	Тритікале	0,005	0,375	0,056	0,123	0,404	0,0051	-	0,107	-
6	Овес	0,038	0,429	0,120	0,138	0,370	0,0056	1,025	0,098	0,122
7	Ячмінь	0,033	0,462	0,095	0,153	0,360	0,0075	0,612	0,089	0,132
8	Просо	0,029	0,338	0,052	0,131	0,330	0,0036	0,262	0,083	0,037
9	Гречка	0,004	0,335	0,072	0,266	0,344	0,0085	0,122	0,082	0,097
10	Рис	0,031	0,320	0,041	0,118	0,335	0,0021	1,366	0,063	0,136
11	Сорго	0,029	0,251	0,092	0,130	0,304	0,0045	0,049	0,100	0,049
12	Кукурудза (в середньому)	0,028	0,347	0,035	0,106	0,314	0,0038	0,062	0,116	0,055
13	Кукурудза високолизинова	0,020	0,367	0,046	0,184	0,326	0,0051	-	-	-
14	Горох	0,034	0,877	0,116	0,109	0,337	0,0070	0,085	0,191	0,014
15	Квасоля	0,041	1,128	0,152	0,105	0,482	0,0061	0,094	0,162	0,058
16	Маш	0,041	1,010	0,194	0,179	0,362	0,0062	-	-	-
17	Чина	0,050	0,646	0,143	0,101	0,367	0,0086	0,091	0,084	0,118
18	Чечевиця	0,056	0,675	0,084	0,082	0,392	0,0118	0,083	0,165	0,075
19	Нут	0,073	0,978	0,194	0,128	0,448	0,0027	0,093	0,200	0,051
20	Соя	0,006	1,639	0,355	0,229	0,615	0,0151	0,181	0,351	0,065

Джерело: дослідження авторів на основі [26; 27]

грунту 0–30 см збільшився для сої в межах 2,6–102, а у пшениці – в межах 2,19–116 разів. Одночасно необхідно відмітити, що для зниження концентрації хімічних елементів на забруднених територіях такими елементами, як S, K, Ca, Mn, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb і Sr, можна використовувати сою і пшеницю для доведення концентрації забрудненого ґрунту до ГДК за вегетацію або за декілька вегетацій, у залежності від співвідношень фактичної концентрації до ГДК.

Коефіцієнти поглинання важких металів зерном пшениці більші в порівнянні із зерном сої, зокрема: Mn – у 6.66 в разів, Fe – у 2.10, Cu – у 1.26, Zn – у 3.52, тобто соя накопичує менше важких металів у порівнянні з пшеницею.

Водночас необхідно відмітити, що, знаючи винос валового вмісту хімічних елементів із ґрунту рослинами і наявний валовий вміст хімічних елементів у ґрунті, можливо створювати ґрунтове середовище для ведення будь-якої монокультури.

У таблиці 4 наведено результати досліджень авторів з визначення валового вмісту хімічних елементів у продуктах, вирощених на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті.

Із таблиці 4 випливає, що не всі визначені хімічні елементи в ґрунті були поглинуті картоплею, морквою і столовим буряком (із 22 визначених хімічних елементів було поглинання 9 хімічних елементів). Вміст у ґрунті Cu перевищує ГДК на ґрунті на 14,5%, але поглинання картоплею перевищує ГДК на овочі

в 40 разів, морквою – у 10 разів і столовим буряком – у 2 рази. Вміст у ґрунті Pb нижче ГДК до ґрунту, але поглинання Pb картоплею і морквою перевищує ГДК на овочі у 2 рази, а столовим буряком – у 120 разів, тому з цих позицій, а також із того, що немає обґрунтованих ГДК на всі визначені хімічні елементи, можливо зробити висновок, що даний ґрунт не придатний для органічного землеробства.

Необхідно відмітити, що поглинання хімічних елементів рослинами залежить від виду рослини, і поглинання може значно перевищувати ГДК у декілька разів, що підтверджує необхідність обґрунтовувати ГДК до ґрунту і вирощуваних сільськогосподарських культур.

В органічному виробництві запропоновано перелік допоміжних продуктів для використання в органічному сільському господарстві. Пробілом тут є відсутність % складу хімічних елементів (розділ «мікроорганізми для ґрунту»). Наводять тільки діючу речовину, без зазначення хімічного складу. Якщо складові хімічні елементи компенсують їх недостачу, то дія біопрепарату позитивна, а коли в ґрунті надлишок або недостача, що поглинається кінцевими продуктами рослинництва, і в разі використання цих продуктів у харчах це призводить до різних захворювань. У таблиці 5 наведено результати досліджень авторів із валового вмісту хімічних елементів у біопрепаратах, визначених у поліміксобактерині, ризогуміні, й біопрепарату БТУ-ЦЕНТР

Таблиця 3

Валовий вміст хімічних елементів у зерні сої і пшениці, що вирощені на чорноземі типовому середньосуглинковому

Хімічний елемент і символ	Валовий вміст елемента в земній корі, %	Валовий вміст елемента в шарі ґрунту 0–30 см, %	Фактична концентрація (ФК) на гектарі в шарі 0–30 см, мг/кг	Середня концентрація в ґрунтах України, (СК) мг/кг	Відношення ФК до СК	Валовий вміст елементів у сої, % / коефіцієнт поглинання	Валовий вміст елементів у пшениці, % / коефіцієнт поглинання
13Al	8,80	4.455	125570,71	45868,7	2,738	4,357/0,98	4,405/0,99
14Si	27,60	37.264	689173,30	337511,4	2,042	1,457/0,04	1,550/0,04
16S	0,10	0.0635	985,11	132,9	7,142	6,500/102,36	7,394/116,44
19K	2,60	2.830	17119,16	15407,1	1,112	64,096/22,65	59,968/21,19
20Ca	3,60	3.262	41028,58	11872,2	3,456	10,896/3,34	7,132/2,19
25Mn	0,09	0.0528	744,16	628,3	1,233	0,137/2,59	0,911/17,25
26Fe	5,0	1.932	118206,52	22576,2	5,236	0,756/0,39	1,587/0,82
28Ni	8×10^{-3}	0.00235	926,93	26,1	35,515	0,024/10,21	-
29Cu	0,010	0.00235	98,03	14,5	6,76	0,074/31,49	0,093/39,57
30Zn	0,02	0.0043	226,45	53,0	4,27	0,243/56,51	0,552/128,37
31Ga	$1,5 \times 10^{-3}$	0.00125	61,99	9,80	6,326	10,895/8716	-
37Rb	$1,5 \times 10^{-3}$	0.00765	97,42	69,2	1,408	0,046/0,61	0,083/10,85
38Sr	0,04	0.015	317,03	98,1	3,232	0,043/2,87	0,071/4,74

Джерело: дослідження авторів

Примітка: валовий вміст хімічних елементів у ґрунті, сої і пшениці визначений прецензійним РФА «ЕКСПЕРТ 3L», але в стовпці 1 приведено тільки ті елементи, які визначені в сої і пшениці.

(технічні) переносним приладом із програмою агрохімічного аналізу РФА S1 Titan (BRUKER).

Із таблиці 5 випливає, що назви діючих речовин у біопрепаратах не показують вміст хімічних елементів у біопрепаратах, які за деяких значень, з урахуванням вмісту цих хімічних елементів, разом із ґрунтовим валовим вмістом цих хімічних елементів можуть «перейти» у важкі метали. Серед наведених біопрепаратів найбільше насичені хімічними елементами: хетомік, БТУ-ЦЕНТР, поліміксобактерин і ризогумін. Разом із тим вміст сірки у хетоміку перевищує ГДК у 5,68 разів, а у БТУ-ЦЕНТР – у 27,99 разів. У біопрепараті БТУ-ЦЕНТР перевищені також вмісти: марганцю у 1,51 разів, міді – у 1,16 разів і цинку – у 42,75 разів, чим і пояснюється більша ефективність біопрепарату БТУ-ЦЕНТР, але доцільно дослідити коефіцієнти поглинання валових форм продуктами рослинництва.

Всі біопрепарати мають різний хімічний склад, але різні типи ґрунтів мають також різний валовий вміст хімічних елементів і різну кількісну величину, тому ефективність біопрепаратів буде різною за постійного вмісту хімічних елементів. Таким чином, виробництво біопрепаратів необхідно райо-

нувати з огляду на кількісний вміст хімічних елементів у ґрунтах, для яких ведеться виробництво цих біопрепаратів, але для цього необхідно мати кількісний валовий вміст хімічних елементів у різних типах ґрунтів. Це можливо виконати за допомогою мобільного лазерного аналізатора в режимі «on-line» [21; 22; 23; 24; 25].

У таблиці 6 наведено результати досліджень авторів із визначення валового вмісту хімічних елементів у чорноземі типовому середньосуглинковому в різних шарах ґрунту, визначених РФА «ЕКСПЕРТ-3L».

Із таблиці 7 випливає, що нерівномірність валового вмісту хімічних елементів у шарах ґрунту 0–4, 0–10 і 0–30 см може відрізнятися відносно верхнього шару ґрунту (0–4 см) від 1 до 30%, а також деякі хімічні елементи можуть бути не визначені, якщо визначати валовий вміст хімічних елементів тільки в одному шарі ґрунту. Тому для визначення середнього валового вмісту хімічних елементів в основному шарі ґрунту 0–30 см необхідно визначати середній валовий вміст хімічних елементів одночасно в трьох шарах ґрунту в режимі «on-line», що установлений на мобільному енергозасобі, з передачею на сервер за допомогою лазерного аналізатора.

Таблиця 4

Валовий вміст хімічних елементів у продуктах, вирощених на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті

Періодичний номер у системі Д.І. Менделєєва	Символ елемента в системі Д.І. Менделєєва	Валовий вміст у ґрунті, мг/кг	ГДК для ґрунту, мг/кг	Валовий вміст хімічних елементів, мг/кг			ГДК для овочів, мг/кг
				картопля	морква	столовий буряк	
25	Mn	500	1500	60	80	150	-
28	Ni	20	55	-	-	2	-
27	Co	3	5	-	-	-	-
22	Ti	1000	-	-	-	-	-
23	V	60	150	-	60	50	-
24	Cr	40	6	2	3	3	-
40	Zr	600	-	10	10	-	-
41	Nb	5	-	3	4	4	-
29	Cu	80	55	200	50	10	5,0
82	Pb	20	30	1	1	60	0,5
47	Ag	1	-	-	-	-	-
50	Sn	4	-	-	-	-	-
31	Ga	5	-	-	-	-	-
4	Be	1	-	-	-	-	-
21	Sc	8	-	-	-	-	-
55	Cs	100	-	-	-	-	-
57	La	80	-	-	-	-	-
39	Y	60	-	-	-	-	-
70	Yb	5	-	-	-	-	-
15	P	2000	-	-	-	-	-
56	Ba	200	-	-	-	-	-
2	Li	20	-	-	-	-	-

Джерело: дослідження авторів

Примітка: валовий вміст хімічних елементів у ґрунті і овочах визначено спектрометром СТЕ-1.

Головні висновки.

1. Для визначення придатності ґрунту до ведення органічного землеробства твердження, що достатньо 3–5 років не використовувати синтетичні мінеральні добрива, пестициди і ГМО, є абсолютно недостатнім і не обґрунтованим. Для цього необхідно визначити валовий вміст (%) усіх хімічних елементів у даному ґрунті і порівняти їх із валовим ГДК, на основі порівняння прийняти рішення про відповідність умовам органічного землеробства (тобто визначені валові значення повинні бути меншими за ГДК цих елементів), а в разі невідповідності умовам органічного землеробства визначити перелік необхідних технологічних операцій для зниження концентрацій тих хімічних елементів, які перевищують ГДК, до допустимого рівня.

2. Необхідно створити групу експертів на світовому рівні і узгодити трактовку терміна «важкі метали», оскільки на даний час є два підходи – по щільності більше 8 г/см³ і по відносній атомній масі елемента більше 50. У першому таких елементів нараховується 34, а в другому – 70.

3. На даний час обґрунтовано 13 ГДК до валового вмісту хімічних елементів у ґрунті, але у внутрішньогрунтовому хімічному процесі приймають участь усі хімічні елементи від водню до урану, тому необхідно обґрунтовувати ГДК до валового вмісту хімічних елементів ще на 79 елементів, частина з яких всту-

пають у реакції прямо, а інші опосередковано беруть участь у внутрішньогрунтових хімічних процесах і впливають на поглинання валового вмісту хімічних елементів у продуктах рослинництва, у худоби, людини і в забрудненні навколишнього середовища. Недостача або перевищення концентрацій однаково призводять до захворювання худоби, людини і впливають на стан навколишнього середовища. На перехідному етапі досліджень пропонуємо користуватись ОДК на деякі елементи, що наведені в таблиці 2. Визначення валового вмісту хімічних елементів у ґрунті від водню до урану дасть можливість вирощувати будь-яку монокультуру.

4. Рентгенофлуоресцентний і спектральні аналізи не забезпечують визначення валового вмісту хімічних елементів у ґрунтах від водню до урану і займають час на відбір проб, приготування їх до аналізу, аналіз, і водночас результат аналізу «мертвого» ґрунту не відображає внутрішньогрунтовий хімічний процес. Цю проблему можна вирішити за допомогою лазерного аналізатора в режимі «on-line» із програмним забезпеченням, що дає можливість відобразити валовий вміст хімічних елементів на карті, а також визначити необхідну технологічну операцію для доведення стану ґрунту до придатного для ведення органічного землеробства.

5. Коефіцієнт біологічного поглинання валового (за РФА) вмісту хімічних елементів зерном сої і пше-

Таблиця 5

Валовий вміст хімічних елементів у біопрепаратах

Періодичний номер елемента, символ або сполука	Валовий вміст хімічних елементів, %			
	Біопрепарати і діюча речовина			
	Хетомік; штам гриба антагоніста <i>Chaetomium cochii-odes Palliser 3250</i>	Поліміксобактерин; <i>Paenibacillus polymyxa</i>	Ризогумін; <i>bradyrhizobium jaro-nicum</i> бульбочкові бактерії	БТУ-ЦЕНТР (бобові культури); <i>bacillus subtilis, Azotobacter Chro-ococcum, Paeni-bacillus polymyxa, Enterococcus, Lactobacillus</i>
MgO	1,1871±0,5424	0,9553±0,6098	1,0182±0,5250	0,8156±0,7370
Al ₂ O ₃	0,2063±0,1210		0,1438±0,1105	
SiO ₂	1,889±0,1175			
P ₂ O ₅	0,0611±0,0278	0,0872±0,299	0,0659±0,0236	2,2290±0,0822
S	0,0910±0,0264			0,4479±0,0425
Cl		0,0264±0,0005		0,0222±0,0027
K ₂ O	0,0986±0,0114	0,3406±0,0185	0,1511±0,0109	3,4147±0,0384
CaO	0,5120±0,0154	0,8166±0,0205		1,1752±0,0250
Ti	0,0453±0,074			
Mn	0,0043±0,0031			0,2261±0,0186
Fe	0,1511±0,0075	0,0215±0,032	0,0159±0,027	
Co				0,050±0,0046
Cu	0,0004±0,0003	0,000±0,0002		0,0064±0,0006
Zn	0,0008±0,0005	0,0005±0,0003		0,4275±0,0040
Sr	00,0010±0,0007	00,0009±0,0006		

Джерело: дослідження авторів

Таблиця 6

Валовий вміст хімічних елементів у чорноземі типовому середньосуглинковому, %

Номер елемента	Символ елемента	Шар ґрунту 0–4 см	Шар ґрунту 0–10 см	Шар ґрунту 0–30 см
1	2	3	4	5
8	O	49,586	49,429	49,362
13	Al	4,455	4,7825	4,66
14	Si	37,2635	36,7015	36,685
16	S	0,0635	0,0735	0,061
19	K	2,8295	2,809	2,8595
20	Ca	3,262	3,378	3,627
22	Ti	0,448	0,508	0,4965
23	V			0,0172
24	Cr	0,00775	0,009	0,0089
25	Mn	0,05285	0,0565	
26	Fe	1,935	2,136	2,0845
28	Ni	0,00235	0,00345	2,0845
29	Cu	0,00235	0,0016	
30	Zn	0,0043	0,0046	0,0445
31	Ga	0,00125	0,00125	0,00135
33	As	0,0017	0,0019	0,00165
37	Rb	0,00765	0,0085	0,0086
38	Sr	0,01505	0,01725	0,01685
39	Y	0,00255	0,0032	0,0029
40r	Zr	0,0511	0,0595	0,0555
41	Nb	0,002	0,00245	0,0019
42	Mo	0,0009		0,0013
49	In		0,00565	
50	Sn	0,0055	0,0059	
51	Sb		0,0074	
52	Te	0,0108		
82	Pb	0,0036	0,0045	
92	U	0,0014		

Джерело: дослідження авторів

ниці залежить від фактичної концентрації їх у ґрунті, хімічного елемента і виду рослин. Так, на чорноземі типовому середньосуглинковому коефіцієнт біологічного поглинання для сої коливається в межах 0,04–102,36, у тому числі – Sr – 2,87, Mn – 2,59, Ca – 3,34, Ni – 10,21, K – 22,65, S – 102,36. Для пшениці коефіцієнт біологічного поглинання коливається в межах 0,04–116,44, у тому числі Sr – 4,74, Rb – 10,85, Mn – 17,25, K – 21,19, S – 116,44. Особливості накопичення валового вмісту хімічних елементів соєю і пшеницею можна використати для зниження дози цих елементів на забруднених ґрунтах.

6. Виробництво мікроорганізмів для ґрунту необхідно проводити регіонально з урахуванням валового вмісту хімічних елементів у ґрунтах, для яких ці мікроорганізми виробляють. Окрім указування діючої речовини, необхідно доповнити складом хімічних елементів у %, оскільки мікроорганізми – це ті ж хімічні елементи у визначених співвідношеннях, що можуть впливати на загальний вміст їх у ґрунті, створюючи недостачу або надлишок. Неконтрольоване виробництво мікроорганізмів в Україні на державному рівні і

постачання їх із різних країн світу може призвести до небажаних наслідків для ґрунтів України.

7. Необхідно створити еталонну модель людини з урахуванням хімічно-енергетичних перетворень в організмі людини, на основі якої створювати ґрунтове середовище з урахуванням коефіцієнту поглинання валового вмісту хімічних елементів із ґрунту в рослину, з рослини – в організм тварини і людини із забезпеченням чистоти навколишнього середовища.

8. За результатами досліджень родючість ґрунту можна трактувати так: «Родючість ґрунту – сукупність результатів внутрішньогрунтових агрохімічних процесів, за валовим вмістом хімічних елементів від водню до урану, які забезпечують потребу людини в хімічних елементах у системі – людина – ґрунт – рослина – тварина – чистота навколишнього середовища».

9. Вирішувати проблему органічного виробництва необхідно комплексно, за участю інженерів, фізиків, агрономів, агрохіміків, біохіміків, хіміків, селекціонерів, медиків, спеціалістів з автоматизації та телекомунікації.

Література

1. Авцын А.П. и др. Микроэлементозы человека. Москва : «Медицина», 1991. С. 26–31, 40–45., 92–337, 437–477.
2. Беспамятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Ленинград : «Химия». Ленинградское отделение, 1985. С. 20, 27–40.
3. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. Руководство. Москва : Медицина, 1986. С. 21–55.
4. Жовинський Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. Київ : Наукова думка, 2012. С. 22–62.
5. Кармазиненко С.П. та ін. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти). Київ, 2014. С. 7–41, 87–90.
6. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования ; Нижегородская гос. с.-х. академия. Нижний Новгород : Изд-во ВВАГС, 2005. С. 9–153.
7. Довідник стандартів ЄС щодо регулювання органічного виробництва та маркування органічних продуктів. *Федерація органічного руху України*. Київ, 2008. С. 3–39, 77–79, 142–150.
8. Органік Стандарт. Перелік допоміжних продуктів для використання в органічному сільському господарстві, згідно з стандартом МАОС (Міжнародних акредитованих органів сертифікації), з органічного виробництва і переробки, що еквівалентний постановам ЄС № 834/2007 та № 889/2008. Київ, 2017. 60 с.
9. URL: www.organicstandard.com.ua.
10. URL: www.organic.com.ua.
11. URL: [bagazhzhaniy.ru/obrazovaniya/\[imicheskij-sostav-organizma-cheloveka](http://bagazhzhaniy.ru/obrazovaniya/[imicheskij-sostav-organizma-cheloveka).
12. Мелиорация. *Энциклопедический справочник*. Минск : Издательство «Белорусская советская энциклопедия» имени Петруся Бровки, 1984. С. 360.
13. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт – рослина / за редакцією А.І. Фатеева, В.Л. Самохвалової. Харків, 2012. С. 47–117.
14. Балюк С.А., Фатеев А.І. Наукові та технологічні основи управління мікроелементами живлення сільськогосподарських культур, (наукова доповідь). Харків, 2012. С. 4–30.
15. А.І. Фатеев, В.Л. Самохвалова. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі. Методичні рекомендації. Харків : КП «Міська друкарня», 2012. С. 4–68.
16. Свойства элементов. Справочник / под общей редакцией М.Е. Дрица. Москва : «Металлургия», 1985. С. 24–25.
17. Гончаров А.І., Корнілов М.Ю. Довідник з хімії. Київ : Видавниче об'єднання «Вища школа». Головне видавництво, 1974. 304 с.
18. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Москва : Химия, 1973. Т. 2. С. 464–476.
19. Городній М.М., Бикін А.В., Нагаєвська Л.М. Київ : Агрохімія, 2003. С. 262, 606–642.
20. Таблицы физических величин. Справочник / под ред. И.К. Кикоина. Москва : Атомиздат, 1976. С. 56–59, 762–673, 990–998.
21. НАНУ. Вибрані наукові праці академіка В.В. Вернадського. Київ, 2012. Том 7. Праці з геохімії та радіогеології. Книга 2. С. 165–220, 486–544.
22. Технологические лазеры. Справочник / под ред. Г.А. Абильситова. Москва : Машиностроение, 1991. Том 1. С. 19–191.
23. Технологические лазеры. Справочник / под ред. Г.А. Абильситова. Москва : Машиностроение, 1991. Том 2. С. 492–516.
24. Патент на корисну модель № 93793. *Спосіб вирощування сільськогосподарських культур*. 2014. Бюл. № 19.
25. Патент на корисну модель № 93792. *Пристрій для вирощування сільськогосподарських культур*. 2014. Бюл. № 19.
26. Химический состав пищевых продуктов. Справочник / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. Москва : ВО «Агропромиздат». Книга 1. С. 12–13, 200.
27. Химический состав пищевых продуктов. Справочник / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. Москва : ВО «Агропромиздат». Книга 2. С. 46–47.
28. Бент О.И., Иванчиков В.П. Воздействие техногенной среды на здоровье населения в Украине (геохимический аспект). *Минералогический журнал*. 1999. 21. № 1. С. 66–71.