

UDC 553 : 631.8(477)

**Tykhonenko D. G., Dr. Sci. (Agric.), Professor**

**Horin M. O., Dr. Sci. (Biol.), Professor**

*Kharkiv national agrarian university named after V.V. Dokuchayev,  
Kharkiv, Ukraine*

### **AGROGEOCHEMICAL RAW MATERIAL, RECREATION OF FERTILITY OF SOILS**

*Generalizations are sanctified to memory of P. Zarytsky and V. Andreev, in coauthorship with that an original textbook is given out "Geology with bases of mineralogy", where P. Zarytsky first prescribed instead of traditional "agronomical ores" division "agrogeochemical raw material in the earthy bowels" of the earth. Him the agrogeochemical postulates are based on scientific principles of agricultural chemistry and laws on Biosphere, biogeochemical cycles and the noosphere future. They are oriented to the rational use of scarce agrochemical raw material, environmentally safe bioorganic production, stabilizing of the soil fertility, adaptive phytorecultivation and phytoremediation of earth / of soils*

**Key words:** *postulate, agrogeochemical raw material, soil, fertility, fertilizers, recultivation of earth.*

УДК 553 : 631.8(477)

**Тихоненко Д. Г., д-р с.-х. наук, профессор**

**Горін М. О., д-р биол. наук, профессор**

*Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева,  
г. Харьков, Украина*

### **АГРОГЕОХИМИЧЕСКОЕ СЫРЬЁ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

*Обобщения посвящены памяти П. Зарицкого и В. Андреева, с которыми выдан учебник «Геология с основами минералогии», где П. Зарицкий впервые прописал взамен традиционных «Агроруд» раздел «Агрогеохимическое сырьё в земных недрах». Его агрогеохимические постулаты базируются на научных принципах агрохимии и законах о Биосфере, биогеохимических циклах и ноосферном будущем. Они ориентированы на рациональное использование дефицитного агрохимического сырья, экобезопасное биоорганическое производство, стабилизацию почвенного плодородия, адаптивную фиторекультивацию и фиторемедиацию земель.*

**Ключевые слова:** *постулат, агрогеохимическое сырьё, почва, плодородие, удобрения, рекультивация земель.*

УДК 553 : 631.8(477)

**Тихоненко Д. Г., д-р с.-г. наук, професор****Горін М. О., д-р біол. наук, професор***Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва,  
Харків, Україна***АГРОГЕОХІМІЧНА СИРОВИНА,  
ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ**

*Агрогеохімічні постулати базуються на наукових принципах агрохімії і законах про Біосферу, біогеохімічні цикли й ноосферне майбуття. Вони орієнтовані на раціональне використання дефіцитної агрохімічної сировини, екобезпечне біоорганічне виробництво, стабілізацію ґрунтової родючості, адаптивну фіторекультивуацію і фіторемедіацію земель.*

*Ключові слова: постулат, агрогеохімічна сировина, ґрунт, родючість, добрива, рекультивація земель.*

**Проблема.** Пропоновані узагальнення присвячено пам'яті незабутніх Петра Васильовича Зарицького і Валерія Валентиновича Андрєєва, які є співавторами оригінального підручнику «Геологія з основами мінералогії» (номінувався Дипломом першого ступеня Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна) (Зарицький П. В., 2012). У ньому Петро Васильович уперше прописав взамін традиційних «Агроруд» розділ «Агрогеохімічна сировина в земних надрах», запитаний на Міжнародній конференції до 50-річчя агрохімслужби України (Зарицький П. В., 2014), VI з'їзді спілки геологів України (Зарицький П. В., 2017) та інших форумах (Зарицький П. В., 2013; 2016). На цих напрацюваннях побудовано й це повідомлення. Агрогеохімічною сировиною П. В. Зарицький назвав корисні копалини, які можна застосовувати як добрива, хімічні меліоранти, рекультиванти, ремедіанти, матеріали для виробництва агрохімікатів – фосфатні, калійні, кальцієві та інші солі есенціальних елементів (Зарицький П. В., 2012; 2014). Агрогеохімічні постулати базуються на наукових засадах агрохімії (Прянишников Д. Н., 1976) і вченні В.І. Вернадського про Біосферу, біогеохімічні цикли, ноосферну перспективу (Вернадский В. И., 1967). Для сільгоспвикористання важливим є не лише (і не стільки) вміст у сировині поживних елементів, а передусім їх доступність рослинам, фізичний стан, вплив на біоактивність ґрунтів. Власне цим і спричинене обмежене застосування сирих агроруд (калійні солі, чилійська селітра, фосфорити, сиромолотий гіпс) і необхідність переробки більшості корисних копалин (апатити тощо). Крім традиційних агроруд (фосфорити, калійні солі, селітри), в аграрному секторі економіки використовують багато порід (вапняки, крейда, торф, сапропелі) та їхні відходи, придатні для фізичної (піскування, глинування, землювання) і хімічної (гіпсування, вапнування) меліорації ґрунтів, рекультивації земель тощо (Гурський Д.С., 2006, Добрянський Ю. Е., 1988; Зарицький П. В., 2012; 2014; Минеральные ресурсы..., 2005; Хрущов Д., 2016). Внесені в ґрунт речовини долучаються до

трофічного ланцюга «грунт-рослина-тварина-людина (біогеохімічна фотографія ґрунту)» (Зарицький П. В., 2013; 2016). Поряд із концентруванням ґрунтами одних елементів (Р) існує некомпенсований винос інших, передусім з урожаєм («закон Лібіха», зокрема вимивання азоту (хімічний аналог фосфору, який не вимивається) у формі нітратів, що спричинює небезпечні екоситуації, як і в разі надлишку будь-яких елементів (так, «известкование обогащает отцов и обедняет детей») (Прянишников Д. Н., 1976).

Оскільки внесені в ґрунти *легкорозчинні* мінеральні добрива (передусім нітратні) *легко* й вимиваються з них, забруднюючи довкілля, то, вважаємо, що слід вносити природні *малорозчинні* мінерали (калієві польові шпати, фосфорити, апатит, вівіаніт). За зростаючого дефіциту багатьох корисних копалин (енергетичних, металічних, будівельних, вогнетривких тощо) людство змушене переходити на використання бідних руд і навіть звичайних порід, а метали замінювати менш дефіцитними металами (наприклад, Сu на Al в електротехніці) або пластиками. Але, на жаль, есенціальні елементи (P, N, K, Ca, Mg Cu Mo Mn В) як *добрива* (джерелом яких є агрогеохімічна сировина) не можна замінити нічим (!), оскільки за мільйони років еволюції Біосфери рослини (тварини, люди) адаптувалися саме до цих життєдайних елементів, їхніх композицій і пропорцій. Геніальна інтуїція В.І.Вернадського дозволила виявити на початку ХХ ст. фундаментальну закономірність: «велика чи мала кількість атомів різної будови в будь-якому природному тілі, зокрема в організмі, не може не бути важливою, якщо тільки це явище повторюється, а не є випадковим» (Вернадский В. И., 1967). Сьогодні це його передбачення стало не лише важливою передумовою успішного сільського господарства, але й імперативним гарантом здоров'я людини як біогеохімічного відбитку («фотографії») ґрунту (Зарицький П. В., 2013; 2016). Цей концепт (Зарицький П. В., 2012; 2014) ми тут вперше виокремлюємо як *постулат Зарицького*, адекватний біогеохімічним законам Вернадського (Вернадский В. И., 1967).

**Результати.** Найпоширенішими з місцевих меліорантів є *карбонатні породи*. Хімічна меліорація здавна використовувала *вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів*, родючість яких через ненасиченість кальцієм підвищують саме внесенням цього унікального «стража *почвенного плодородия*» (О. Н. Соколовський). Завдяки хімічній меліорації кислих ґрунтів в Україні у 80-90-і рр. ХХ ст. щорічно одержували додатково близько 650 тис. т зернових одиниць. Особливо привабливим є фосфатно-крейдове борошно, яке, на відміну від розчинних штучних добрив (суперфосфат), має тривалу ефективну післядію, а його виробництво й використання є екобезпечним. Із вапняку, крейди, черепашнику (їх запаси величезні) виготовляють кормові добавки. Похідний від карбонатів дефекат цукрозаводів є найкращим і найдешевшим із місцевих меліорантів, у якому, крім CaCO<sub>3</sub>, є стільки ж N, P, K, як у гної плюс 10 % біоактивних речовин.

*Гіпсові породи* застосовують для окультурювання насичених натрієм лужних солонцевих ґрунтів. Кілька тонн на гектар (або на порядок менше – малі дози за методом О.М.Грінченка) вкупі з кислими органо-мінеральними добривами забезпечують отримання високих урожаїв вирощуваних рослин

(О.М. Грінченко, О.М. Можейко, І.А. Шеларь, В.О. Пелипець, В.Д. Муха, М.С. Литовченко). Придністровська гіпсоносна формація є найбільшою з доступних для відкритої розробки і здатна повністю задовольнити потреби України в гіпсі (півмільйона тонн на рік).

*Фосфор* («элемент жизни и мысли» – О.Є. Ферсман) забезпечує оптимальний розвиток рослин буквально з перших днів проростання, тож його дефіцит різко знижує врожайність та погіршує якість продовольчої продукції. Єдиний шлях поповнення запасів фосфору є лише внесення у ґрунт фосфатних добрив, на виробництво яких витрачається понад 90 % світового видобутку фосфору. Практичний інтерес для переробки на фосфорні добрива та інші цілі представляють апатит і фосфорити. Відсутній в Україні апатит  $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{CO}_3, \text{OH})$  є мінералом магматичного походження з домішками Mn, Mg, Sr, Ba, Fe, Al, U, Th та інших (близько 40) елементів, які після переробки на Сумському хімкомбінаті потрапляють у суперфосфати, амофоси, нітроамофоски. Розвідані в Україні запаси біохемогенних фосфоритів не можуть конкурувати з колосальними родовищами інших держав, тож Україна імпортує їх, маючи річні потреби у фосфатних добривах до 1,5 млн т  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Перманентний дефіцит фосфатів актуалізує можливості фіто- та мікробіологічної мобілізації чималих ґрунтових запасів фосфору (чорнозем є «ґрунтом багатим, але жадним» – О. М. Грінченко).

*Калій* («элемент молодости») відіграє виняткову (хоч до кінця й не пізнану) роль у розвитку рослин. Його кількість різко зменшується від глинистих ґрунтів до піщаних і торфових. Калій у ґрунтах знаходиться у важкодоступних рослинам алюмосилікатних формах, тож для оптимального розвитку сільськогосподарських рослин, зокрема плодових та овочевих, необхідно постійно вносити калій з добривами навіть на чорноземах та інших багатих калієм ґрунтах. Промислове значення мають хлоридні і хлоридно-сульфатні мінерали, а екологічно привабливі сульфати майже відсутні. Однак, усі вони можуть застосовуватися як добрива в сирому вигляді (що важливо !). Понад 95 % видобутих калійних солей йде саме на виробництво калійних добрив. Водночас *проблема калійної промисловості* базується на дивному парадоксі (Д. Хрущов): маючи принципово всі передумови для її ефективного вирішення, в Україні відсутні найменші спроби реалізації при тому, що перспективність потужної сировинної калійної бази не викликає жодних сумнівів, а отже, є незрозумілим з погляду логіки «вільного ринку») (Хрущов Д., 2016).

*Торф* і *сапрпель* здавна використовують для підвищення родючості ґрунтів, особливо найбільш цінні високозольні низинні (евтрофні) торфи з вапном, віванітом (до 31 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  та інших агроекологічно значущих речовин). Понад 80 % торфу в нас спалюють, хоча «*топить можно и ассигнациями*», на добрива йде не більше 19 %. Торф не пропускають через корівник, тобто використовують у край нерационально (як шкіру, зідрану з барана), не виправдано забувши, що королевою торф'яників є конопля – етнокультурний символ України, здатний у найкоротший термін вивести нашу державу в *лідери світової економіки*. Коноплі на торф'яниках не потребують азотних добрив, а дешевий каїніт з піритними недогарками забезпечують приріст енергетичної фітомаси, удвічі-вчетверо більший за щорічний приріст сосни. Коноплі є неперевершеними

фіторемедіантами, тож Україна приречена багатіти коноплями. Сапропелі вміщують біоорганічні (зокрема біоактивні) речовини, Ca, K, P, Fe, N, мікроелементи і є ціннішими за гній, з яким їх компостують, а також гранулюють із торфом і мінеральними добривами. Добавки таких гранул зменшують зимово-весняні витрати комбікормів у тваринництві. Екобезпечна розробка сапропелю може сприяти надходженню в Україну валюти, забезпечить стабільне підвищення родючості ґрунтів і охорону довкілля. Вуглисті сланці і буре вугілля є перспективними органічними добривами або сировиною для їх виробництва.

Сапоніт завдяки своїй унікальній обмінній здатності широко застосовують у годівлі тварин, хімічній меліорації ґрунтів, рекультивациі і ремедіації земель, забруднених радіонуклідами і важкими металами. Уміст  $^{137}\text{Cs}$  у молоці корів, до корму яких додано сапоніт, зменшується на 75 % проти контролів. В Україні багатометрові товщі сапонітових (бентонітових) глин на західному схилі Українського щита доступні для відкритої розробки, після чого ці та інші розриті землі потребують фіторекультивациі, у якій також застосовуються сапоніти.

Внесення макро- і мікродобров та хімічних меліорантів є серйозним втручанням у природні біогеохімічні цикли, тож їх застосування необхідно збалансовувати з життєвими потребами не лише рослин, але й тварин і людей. Так, якщо для рослин фізіологічно запитаним є саме фітофільний калій, то для тварин і людей елементом першої необхідності є натрій у значній кількості. Через це порушення еволюційно заданих природних пропорцій між цими хімічними аналогами (і водночас біохімічними антагоністами) може бути фатальним в умовах нерегульованої хімізації – раціон корів (і меню людини) неодмінно містить сіль-лизунець (галіт, кам'яну, кухонну сіль). Отже, дешеві сирі калійні солі (з Na) мають очевидну перевагу перед чистим KCl. Водночас Na спричинює утворення солонців («*труп ґрунту*») – противагою Na тут стає його антагоніст Ca.

Думка щодо наявності в Україні *найбагатіших ґрунтів світу* загалом є дуже далекою від об'єктивної характеристики нашого головного державного ресурсу, скоріше публіцистичним міфом, оскільки українські чорноземи та інші ґрунти сьогодні деградують. Особливої масштабності цим процесам додає та обставина, що під дійсно найродючішими від природи ґрунтами в Україні сховані колосальні поклади корисних копалин (за винятком дефіцитної агрогеохімічної сировини), які в *сотнях* родовищ розробляються відкритим способом. Загроза екоцидного тренду в чорноземному центрі європейського континенту є надто високою, з огляду на п'ятивідсоткову техногенну розритість українських ландшафтів і де-факто втрачені ґрунти. При тому, що «*не золото и алмазы составляют истинное богатство России / Украины, а тот невзрачный на вид бурый суглинок, на котором сформировались плодороднейшие почвы мира*» – В. В. Докучаєв (1994).

Полідисперсні осадові породи, як не парадоксально, виявляються (за незначним винятком) цілком *придатними* для заростання їх рослинами, через що *адаптивна фіторекультивация* набуває статусу практичної галузі землегосподарювання. Водночас феномен родючості *літоземів* (штучні едафотопи, сформовані з потенційно родючих порід – *екоґрунтів*) особливо помітно проявляється за умов поселення на них бобових та деяких інших рослин з унікальною біосферною екофункцією активно використовувати і трансформувати

грунтолітогенне середовище, деградоване видобутком корисних копалин (зокрема агроруд), які підлягають обов'язковій рекультивації з перспективою формування в ландшафтних екосистемах (зокрема зруйнованих) *домініонів ноосфери*, в яких реалізуються жорсткі, екологічно обґрунтовані пропорції природних екосистем з їх штучними (зокрема техногенними, урбаногенними) аналогами, на які накладається імперативне табу щодо нерозповсюдження забруднення (інакше ця програма-мінімум *відтворення родючості ґрунтів* / комплексного використання ресурсів не отримує жодного шансу на реалізацію), про що свідчать приклади аморальної хімізації землеробства (*«избытком удобрений нельзя компенсировать недостаток знаний»*) (Прянишников Д. Н., 1976).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

**Вернадский В. И.** Биосфера. Москва: Мысль, 1967. 374 с.

**Гурський Д. С.,** Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини. Київ-Львів: Центр Європи, 2006. Т. 2. 552 с.

**Добрянський Ю. Е.** Минеральное сырьё для сельского хозяйства. Киев: УМК ВО, 1988. 86 с.

**Зарицький П. В.,** Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Андреев В. В., Дегтярьов В. В. Геологія з основами мінералогії. Харків: Майдан, 2012. 584 с.

**Зарицький П. В.,** Горін М. О., Андреев В. В. Людина і біогеохімія ландшафтного довкілля. *В.И. Вернадський и глобальные проблемы современной цивилизации: тез. междуна. конф.* (Украина, АР Крым, Симферополь, 23-25 апреля 2013 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2013. С. 80-81.

**Зарицький П. В.,** Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Дегтярьов В. В., Андреев В. В. Агрогеохімічна сировина в надрах України – перспективи сільськогосподарського використання. *«Охорона ґрунтів».* Агрохімічна служба України: роль і місце в розвитку агропромислового комплексу держави – з нагоди 50-річчя агрохімічної служби України: мат. Міжн. наук.-практ. конф.. Київ, 2014. Вип. 1. С. 12-19.

**Зарицький П. В.,** Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Дегтярьов В. В., Андреев В. В. *Агрогеохімічна сировина, фіторекультивація літоземів, відтворення родючості ґрунтів:* доповідь на VI з'їзді геологів України (7-8 грудня 2017 р., Київ). Київ, 2017.

**Зарицький П. В.,** Андреев В. В., Горін М. О., Довженок І. А., Костюкова Ю. В. Людина як біогеохімічний відбиток ландшафтного довкілля (медично-геологічний аспект). *Українські чорноземи на початку третього тисячоліття.* Київ, 2016. Т. 1. С. 156-159.

**Минеральные ресурсы** Украины и мира на 1.01.2004. Киев: Геоинформ, 2005. 480 с.

**Прянишников Д. Н.** Избранные труды. Москва: Наука, 1976. 591 с.

**Хрушов Д.** Как прокормить Украину? Агрономические руды – путь к плодородию. [https://www.2000.ua/v-nomere/derzhava/resursy/kak-prokormit-ukrainu\\_arhiv-zhurnalov.htm](https://www.2000.ua/v-nomere/derzhava/resursy/kak-prokormit-ukrainu_arhiv-zhurnalov.htm) / № 11 (764) 18; № 12(765) 25, 2016.

**Докучаев В. В.** Дороже золота русский чернозём. Москва: МГУ, 1994. 544 с.

### REFERENCES

Vernadsky, V. I. (1967). *Biosfera [Biosphere]*. Moscow: Thought. (in Russian).

Gursky, D. S, Yesipchuk, K. Yu., Kalinin, V. I. etc. (2006). *Metalichni i nemetalichni korysni kopalyny [Metallic and nonmetallic minerals]*. Kyiv-Lviv: Center of Europe. Vol. 2. (in Ukrainian).

Dobryansky, Yu. E. (1988). *Mineral'noye syr'yo dlya sel'skogo khozyaystva [Mineral raw materials for agriculture]*. Kyiv: UMK VO. (in Russian).

Zaritsky, P. V., Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., Andreev, V. V., Degtyarev, V. V. (2012).

*Heolohiya z osnovamy mineralohiyi [Geology with the basics of mineralogy]*. Kharkiv: Maydan. (in Ukrainian).

Zaritsky, P. V., Gorin, M. O., Andreev, V. V. (2013). *Lyudyna i bioheokhimiya landshaftnoho dovkillya. V. Y. Vernads'kyy y hlobal'nye problemy sovremennoy tsyvylyzatsyy [Man and biogeochemistry of the landscape environment. V. Y. Vernadsky and global problems of modern civilization]*. theses. intern conf. (Ukraine, Autonomous Republic of Crimea, Simferopol, April 23-25, 2013). Simferopol: IT "ARIAL". 80-81. (in Ukrainian).

Zaritsky, P. V., Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., Degtyarev, V. V., Andreev, V. V. (2014). *Ahroheokhymichna syrovyna v nadrakh Ukrayiny – perspektyvy sil's'kohospodars'koho vykorystannya. «Okhorna gruntiv» [Agro-geochemical raw materials in the depths of Ukraine – perspectives of agricultural use "Soil protection"]*. *Ahrokhymichna sluzhba Ukrayiny: rol' i mistse v rozvytku ahropromyslovoho kompleksu derzhavy – z nahody 50-richchya ahrokhymichnoyi sluzhby Ukrayiny – Agrochemical Service of Ukraine: Role and Place in the Development of the Agro-Industrial Complex of the State" – on the occasion of the 50th anniversary of the agrochemical service of Ukraine*: Math. Intern science-practice conf. Kyiv. 1. 12-19. (in Ukrainian).

Zarytsky, P. V., Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., Degtyarev, V. V., Andreev, V. V. (2017). *Ahroheokhymichna syrovyna, fitorekul'tyvatsiya litozemiv, vidtvorennya rodyuchosti gruntiv [Agrocheochemical raw materials, phytorecultivation of nitrogenous earths, reproduction of soil fertility]*. Report at VI Congress of Geologists of Ukraine (December 7-8, 2017, Kyiv). Kyiv. (in Ukrainian).

Zaritsky, P. V., Andreev, V. V., Gorin, M. O., Dovzhenko, I. A., Kostiukova, Yu. V. (2016). *Lyudyna yak bioheokhymichnyy vidbytok landshaftnoho dovkillya (medychno-heolohichnyy aspekt) [Man as a biogeochemical imprint of the landscape environment (medical-geological aspect)]*. *Ukrayins'ki chornozemy na pochatku tret'oho tysyacholittya – Ukrainian Chernozem at the beginning of the third millennium*. Kyiv, 1. 156-159. (in Ukrainian).

*Mineral'nyye resursy Ukrainy i mira na 1.01.2004 [Mineral resources of Ukraine and the world as of January 1, 2004]*. (2005). Kiev: Geoinform. (in Russian).

Pryanishnikov, D. N. (1976). *Izbrannyye trudy [Selected Works]*. Moscow: Science. (in Russian).

Khrushchev, D. (2016). *Kak prokormit' Ukrainu? Agronomicheskiye rudy – put' k plodorodiyu [How to feed Ukraine? Agronomic ores – the road to fertility]*. 11 (764) 18; 12(765) 25, 2016. Retrieved from [https://www.2000.ua/v-nomere/derzhava/resursy/kak-prokormit-ukrainu\\_arhiv-zhurnalov.htm](https://www.2000.ua/v-nomere/derzhava/resursy/kak-prokormit-ukrainu_arhiv-zhurnalov.htm). (in Russian).

Dokuchayev, V. V. (1994). *Dorozhe zolota russkiy chernozom [Russian chernozem is more precious than gold]*. Moscow: Moscow State University. (in Russian).