

and softsectares; number of investments in the industry, UAH million; the number of completed scientific and scientific and technical works in the field of horticulture; the number of implemented innovative developments. As general indicators of the sustainability of the industry development, it is proposed to use the rate (coefficient) of growth (T_{zr}) - the ratio of two levels, one of which is taken as a basis for comparison, for the specified indicators (criteria) and the integral indicator the coefficient of sustainability (K_s) - as a product of the indexes of the sesame indicators.

Key words: horticulture, sustainable development, criteria, assessment, indicators, model.

Одержано редкологією 20.09.2023

DOI:10.35205/0558-1125-2023-78-180-186

УДК 635.6:550.4:581.9

БІОГЕОХІМІЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ САДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

Т.М. ЄГОРОВА, доктор с.-г. наук, доцент

Інститут садівництва (ІС) НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,

e-mail:egorova_geochem@ukr.net

Розглянуто значення біогеохімічних досліджень для підвищення якості плодівих культур. Означено, що теоретичною основою таких досліджень є праці В.І. Вернадського, а методологічною – біогеохімічне і еколого-геохімічне районування України. Вказано особливості регіональних біогеохімічних субрегіонів збалансованого вмісту та дисбалансу у системах ґрунт – культура б поживних мікроелементів – Со, Мо, Мп, Zn, Си, Sr. Наведено неінфекційні фітопатології плодівих культур, які можуть розвиватися в біогеохімічних провінціях нестачі Со, Мо, Мп та надлишку Zn у певних зонах садівництва України. Запропоновано запровадження детальних біогеохімічних досліджень з метою забезпечення високої якості та конкурентоспроможності плодово-ягідної продукції.

Ключові слова: поживні мікроелементи, якість продукції, біогеохімічні провінції, неінфекційні фітопатології.

Фундаментальні і прикладні дослідження агросфери України все частіше залучають елементи біоцентричної філософії природокористування. Набувають розвитку і практичного втілення засади органічного землеробства, а також агроекології, зеленої економіки, збалансованого природокористування. Сучасні пріоритети у харчуванні населення європейських країн значною мірою визначає здоровий спосіб життя як чинник імунітету до захворювань. Його беззаперечною складовою є споживання екологічно чистої продукції, а у разі фінансової спроможності – продукції органічної. Модель здорового харчування містить десять «здорових інгредієнтів», серед яких: фрукти і овочі, квасоля і боби, горіхи і насіння [1]. Рослинна їжа, і у першу чергу свіжі фрукти і овочі, є незамінним рецептом від багатьох проблем із здоров'ям населення. У харчовому раціоні українця свіжих фруктів і ягід до 7 разів менше, ніж у мешканців інших країн Європи. За узагальненнями В.М. Єжова та І.В. Гриника, збільшення споживання українцями фруктів і ягід до 5 разів здатне попередити близько чверті онкологічних захворювань [1, 2].

Традиційно, врожайність та економічна доцільність вирощування певних культур часто-густо дозволяють нехтувати комплексною якістю сільськогосподарської продукції. За врожайністю садівництва України суттєво обходить культури зернові [3]. Водночас, значна частина населення Землі страждає захворюваннями, пов'язаними із дисбалансом поживних

(життєво важливих, тобто есенційних) елементів. За глобальними оцінками впливу дисбалансу поживних елементів на населення світу встановлено: нестачу заліза та селену відчувають до 1 млрд. людей, хрому – до 3, міді – 3,8, цинку – до 4,5 [4].

Однак, функціонування та розвиток українського ринку не розглядає питання поживних мікроелементів для підвищення якості і екологічної безпеки продукції плодових і ягідних культур. Основними критеріями залишається врожайність і стійкість культур до кліматичних чинників при незначній увазі до їх біохімічних оцінок. Саме тому, актуальності набувають наукові напрямки для поглиблених досліджень якості продукції садівництва, її комплексного оцінювання та прогнозування впливу на здоров'я населення. Біогеохімічні дослідження є одним з новітніх напрямків розвитку садівництва України, які спроможні у подальшому задекларувати відмінну якість наших плодів і ягід на Європейському ринку.

Аналіз літературних джерел. Теоретичною основою біогеохімічних досліджень агросфери є фундаментальні праці В.І. Вернадського. Історія світової науки визнає, що учений заклав основи для формування наукового мислення ХХІ століття, а біосферні ідеї В.І. Вернадського спричинили визначальний вплив на екологічну політику країн Європи [5]. Світогляд ідей В.І. Вернадського про біосферу, біогеохімічні цикли, живу речовину та біогенну міграцію хімічних елементів були покладені в основу низки новітніх напрямків світової наукової думки і практики – біогеохімія, геохімічна екологія, екологічна геохімія, ландшафтна екологія, медична географія, геологічна медицина [6]. Історично склалося, що саме на Полтавщині В.І. Вернадський теоретично обґрунтував біогеохімічний напрям світової науки. Розвивається біогеохімія у працях відомих українських вчених – П.А. Власюка, О.О. Созінова, Е.Г. Дегодюка, Д.М. Гродзинського, Г.О. Рудько. Складовими частинами біогеохімічної науки є системний аналіз біогеохімічних ланцюгів (їх ланками є гірські породи, природні води, ґрунти, біоценози і сільськогосподарські культури, людський організм) та збалансованість поживних мікроелементів у цих системах [6]. На теренах сільськогосподарських земель України ці питання вивчали П.А. Власюк, О.В. Ісаєва, З.А. Шестопа́л і нині досліджують С.Г. Корсун, Г.О. Рудько, Т.М. Єгорова, Н.В. Палапа та ін. переважно для зернових культур [7-10].

Широкі дослідження стосуються придатності різних типів ґрунтів для вирощування плодових і ягідних культур. Наприклад, для яблуні найкращими є ґрунти зі слабокислою та нейтральною реакцією ґрунтового розчину із лінією закипання карбонатів глибше 0,7 м; для груші найкращими є легко- і середньосушлинкові вологоємкі ґрунти з рН 5,7-7,0; вишня добре росте на ґрунтах незасолених легкосушлинкових і сушіщаних; малина і смородина добре ростуть на ґрунтах слабкислих та нейтральних, безкарбонатних і незасолених [11-14].

Біогеохімічні дослідження агроландшафтів багаторічних культур та збалансованість поживних мікроелементів у плодових насадженнях є вкрай обмеженими [9, 15]. Пояснюється це у першу чергу певними традиціями в оцінюванні плодових і ягідних культур, до числа яких включено лише норми максимального вмісту у продукції 5-ти важких металів (Pb, Cd, Hg, Zn, As) [16-17]. Поряд із цим, стосовно рівня комплексної якості продукції садівництва рідко виникає питання у споживачів України.

Метою представлених досліджень є узагальнити регіональні біогеохімічні особливості зон плодівництва України та визначити напрями підвищення якості плодово-ягідної продукції за рахунок збалансованості поживних мікроелементів.

Результати досліджень. Біогеохімічне районування як елемент дослідження агросфери України не є тотожним районуванню ґрунтовому, агрохімічному, ландшафтному та іншим. Його визначає сполучене оцінювання хімічних елементів у біогеохімічних ланцюгах. Тобто системах, які складаються не з однієї ланки довкілля (наприклад, ґрунт, орний шар,

рослинність), а із декількох сполучених ланок. Наприклад, ґрунт – культура, ґрунт – населення, підстильні гірські породи – води, води – тварини. Методика біогеохімічного районування враховувала, що нестача (дефіцит) або надлишок есенційних елементів у одному з компонентів ландшафту (наприклад, ґрунті) пов'язаний з відповідним дисбалансом цих елементів у всіх інших компонентах довкілля (рослинах, тканинах та органах тварин, водах). Це і обумовлює неінфекційні ендемії – захворювання в межах відповідної біогеохімічної провінції. Надлишок та нестача есенційного елементу у ґрунтах, рослинах пасовищ, питних водах регламентуються пороговими (верхні та нижні) концентраціями елементів [8]. Встановлено, що поширення регіональних природних біогеохімічних провінцій у значній мірі пов'язане з широтною ландшафтно-геохімічною зональністю.

Впродовж багаторічних досліджень (із використанням тисяч проб ґрунтів, гірських порід, поверхневих вод, природних рослин і сільськогосподарських культур) на території України нами було виділено і описано 6 еколого-геохімічних провінцій Co, Mo, Mn, Zn, Cu, Sr [8, 10].

Території біогеохімічних субрегіонів локалізовані нами на підставах комплексу біогеохімічних, ландшафтно-геохімічних, медико-екологічних і статистичних методів досліджень і висвітлюють формування, статистичні закономірності та комплексні екологічні особливості біогеохімічних ланцюгів Co, Mo, Mn, Zn, Cu, Sr. Дисбаланс та збалансованість цих ланцюгів у системах ґрунт – культури – населення узагальнюють території 5-ти біогеохімічних субрегіонів. А саме, нестачі Co, Mo, Mn, надлишку Zn та збалансованості Co, Mo, Mn, Zn, Cu, Sr.

Біогеохімічний субрегіон збалансованості досліджених мікроелементів переважав на територіях Східного Лісостепу і Донбасу, а також у північній частині Південного Степу та центральній частині Криму. На цих територіях статистичні оцінки вмісту досліджених есенційних мікроелементів у ґрунтах відповідали біогеохімічним нормам (у межах порогових концентрацій); медичною статистикою не фіксувалося підвищеної захворюваності на відповідні ендемічні захворювання серед дитячого населення.

Біогеохімічні субрегіони дисбалансу Co, Mo, Mn, Zn займають біля 80 % площі України і поширені на території 9 зон плідівництва – Полісся, Західний Лісостеп, Придністров'я, Західний і Центральний Степ, Північно-Східний Степ, Південний Степ, Прикарпаття, Закарпаття, Крим.

Кобальтовий біогеохімічний субрегіон визначено на територіях зон плідівництва Полісся, Прикарпаття (Низовинне) і Закарпаття (Низовинне і Передгір'я). Нестача Co у орних ґрунтах становила до 95 % у валовій формі ґрунтів (менше 7 мг/кг) та до 100 % у рухомій формі (2,5 мг/кг, 1n HCl). Поширення ендемічної захворюваності на анемії серед дитячого населення перевищувало тут середній рівень по Україні до 3,5 разів. Фізіологічно-біохімічне значення кобальту для рослин полягає в утворенні металоорганічних сполук, що підвищують активність різноманітних ферментів – каталізаторів біохімічних процесів; мікроелемент позитивно впливає на надходження азотистих речовин та зростання вмісту хлорофілу та аскорбінової кислоти, що активізує біосинтез білкового азоту у рослинах. Агрохімічні препарати Co, поряд із іншими засобами підживлення земель, мають тут широко використовуватися як регулятори метаболічних процесів у плодівних насадженнях.

Молибденовий біогеохімічний субрегіон визначено на територіях 9 зон плідівництва – Полісся, Західний Лісостеп, Придністров'я, Західний і Центральний Степ, Північно-Східний Степ, Південний Степ (в південній частині), Прикарпаття (Низовинне), Закарпаття (Низовинне і Передгір'я), Крим (в південній і північній частинах). Нестача Mo в ґрунтах становила до 93 % у валовій (менше 1,5 мг/кг) та 100 % у рухомій формі (менше 0,2 мг/кг, оксалатний буфер) ґрунтів орних земель. Поширення ендемічної захворюваності на

хронічний гломерулонефрит серед дитячого населення тут до 1,7 разів вище за середнє по Україні. Нестача молібдену у рослинах може викликати пригнічене утворення аскорбінової кислоти, що знижує інтенсивність фотосинтезу в результаті падіння регенерації хлорофілу. Застосування тут мікродобрив Мо при вирощуванні плодово-ягідної продукції є доцільним і сприятиме підвищенню її якості.

Мангановий біогеохімічний субрегіон визначено на територіях Західного Полісся (північно-західна частина) і Низовинного Прикарпаття. Нестача Mn в ґрунтах (менше 400 мг/кг) становить 93 % у валовій формі. Поширеність ендемічної захворюваності на інсулін незалежний цукровий діабет серед дитячого населення (Івано-Франківська область) перевищує середній рівень по Україні до 1,5 разів. При нестачі марганцю на молодому листі можуть з'явитися хлорозні плями з жовтим та палевим забарвленням, а пізніше розвивається некроз; коренева система послаблюється, стає слаборозвинутою і часто має коричневе забарвлення. Застосування в якості добрив сірчаноокислого марганцю та марганізованого суперфосфату сприятиме додатковому живленню садових культур цим мікроелементом.

Цинковий біогеохімічний субрегіон визначено на територіях 9 зон плодівництва – Західне Полісся (північно-західна частина), Правобережний Західний Лісостеп, Придністров'я (східна частина), Західний і Центральний Степ, Північно-Східний Степ, Південний Степ (в південній частині), Передгір'я Прикарпаття, Гірське Закарпаття (Низовинне і Передгір'я), Крим (в південній і північній частинах). Надлишок Zn у ґрунтах (більше 70 мг/кг) досягає 100 % у валовій формі. Надлишкове надходження цинку у плодові культури призводить до дрібнолисту або розеткової хвороби, ознакою яких є дрібні пожовклі листя, які здовжуються, набувають жовтувато-зеленого відтінку та вражаються плямами змертвої тканин. Такі ураження зерняткових і кісточкових культур поширені у Криму та південних областях України [9]. Біохімічними проявами цинкової інтоксикації у тварин і людини є зниження загального рівня кальцію у крові і кістках, порушення засвоєння фосфору, що викликало різноманітні гіпермікроелементози – остеопороз, онкозахворювання, «ливарну лихоманку», підвищення цукру у крові, а також отруєння.

Таким чином, особливості рослинництва, як однорічних так і багаторічних культур, на територіях біогеохімічних субрегіонів Co, Mo, Mn, Zn обумовлені підвищеною імовірністю прояву до 16 фітопатологій культур. Нашими регіональними медико-геохімічними дослідженнями встановлено підвищену поширеність захворювань дитячого населення, відповідно, на ендемічні хвороби – анемії, гломерулонефрит, цукровий діабет, отруєння. У межах біогеохімічних субрегіонів Co, Mo, Mn на території 11 адміністративних областей України необхідно впровадити спеціальні агрохімічні технології підживлення культур належними агрохімічними методами.

При закладанні нових садів доцільно враховувати співвідношення між природним вмістом мікроелементів у ґрунтах та фізіологічними потребами сільськогосподарських культур. Так, закладання садів яблуні та виноградників доцільно на території біогеохімічного субрегіонів як із надлишком цинку, так і нестачею молібдену, бо ці культури мають, відповідно, дуже високі і незначні потреби у зазначених мікроелементах.

Біогеохімічна диференційованість зон плодівництва України та пріоритетність підвищення якості вітчизняної плодово-ягідної продукції вимагає запровадження системи детальних біогеохімічних досліджень як на існуючих ділянках садів, так і при закладанні розсадників. Завданнями таких досліджень є виявлення ділянок садів та ягідників із біогеохімічним дисбалансом есенційних елементів, визначення причин дисбалансу та розробка технічних (агротехнічних) заходів з усунення дисбалансу у продукції садівництва.

Це забезпечить додаткові факти якості, екологічної безпеки та привабливості для споживачів нашої плодово-ягідної продукції.

Висновки. Євроінтеграційні процеси в Україні вимагають від аграріїв оновлених підходів до вирощування плодово-ягідних культур. Серед іншого, це має стосуватися також підвищення якості продукції садівництва. Біогеохімічні дослідження є одним з новітніх напрямків розвитку садівництва України, які спроможні у подальшому задекларувати відмінну якість наших плодів і ягід на Європейському ринку

Регіональне біогеохімічне районування та поширення субрегіонів дисбалансу Co, Mo, Mn, Zn, Cu, Sr є наріжним каменем для впровадження аргументованих технологій внесення поживних мікроелементів у зонах плідництва України. Подальші детальні біогеохімічні дослідження насаджень плодових і ягідних культур дозволять локалізувати ділянки нестачі, надлишку та збалансованості певних поживних мікроелементів та локально регулювати їх вмісту системі ґрунт-культура. Оцінювання та забезпечення балансу поживних мікроелементів у вітчизняній плодово-ягідній продукції згідно методики біогеохімії є інформативною основою для розвитку здорового харчування населення. Відповідність вмісту мікроелементів у продукції садівництва існуючим біогеохімічним нормам суттєво підвищить її якість, конкурентоспроможність та зацікавленість у ній споживачів як в Україні, так і на Європейському ринку.

Список використаної літератури

1. Країни з найгіршим і кращим раціоном харчування. 2015. URL: <https://rate1.com.ua/uk/lifestyle/cooking/7246b622/> (дата звернення: 12.06.2023).
2. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімія плодових культур: монографія. Київ, 2020. 346 с.
3. Кернасюк Ю. Агросектор 1991-2021 – у цифрах і фактах. Агробізнес сьогодні. 2021. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24134-ahrosektor-1991-2021-utsyfrakh-i-faktakh.html> (дата звернення: 12.06.2023).
4. Копілевич В.А., Войтенко Л.В. Методичні рекомендації щодо одержання та використання нових комплексних сполук, що містять аміачний азот, фосфати та мікроелементи (Cu, Zn, Co, Ni) для живлення рослин і тварин. Київ, 2009. 33 с.
5. Тупак Н.В. Вплив біосферно-ноосферних ідей В. Вернадського на екологічну політику країн Європи. *Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції Таврійського національного університету до 160-ї річниці від дня народження В.І. Вернадського*, 16-17 бер. 2023 р. Частина 1. Київ, 2023. С.118-121.
6. Єгорова Т.М. Біосферні ідеї В.І. Вернадського як теоретичні засади аграрної екології. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 7-17.
7. Biogeochemical Principles of Plant Product Quality in Agrolandscapes with Typical Chernozems / Yehorova T., Palapa N., Nagorniuk O., Sobczyk W. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. 23 (10). P. 304-316.
8. Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія. Київ: ТОВ ДІА, 2018. 264 с.
9. Исаева Е.В., Шестопад З.А. Атлас болезней плодовых и ягодных культур. Київ: Урожай, 1991. 144 с.
10. Єгорова Т.М. Агроекологічні системи біогеохімічних ланцюгів поживних елементів. *Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions* : Collective monograph. Latvia: Baltija Publishing, 2020. P. 35-51.
11. Клименко О.Е. Минеральное питание деревьев яблони (*Malus domestica* Borkh.) на различных подвоях в условиях ощелачивания почвы. *Садівництво*. 2014. Вип. 68. С. 290-297.

12. Горб О.С., Кривошапка В.А., Китасв О.І. Вплив позакореневої обробки мікро- та макроелементами на ріст і функціональний стан саджанців яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у розсаднику. *Садівництво*. 2015. Вип. 69. С. 118-126.
13. Малюк Т.В., Козлова Л.В., Пчолкіна Н.Г. Удосконалення методів діагностики мінерального живлення плодкових культур. *Садівництво*. 2019. Вип. 74. С. 91-100.
14. Кіщак О. Грунт. Фундамент щедрих урожаїв. *Сонцесад*. URL: <https://soncesad.com/statiti/inshi-temi/%D2%91runt.-fundament-shhdrix-urozhaiv.html> (дата звернення: 12.06.2023).
15. Єгорова Т.М., Бублик М.О. Зональні ландшафтні-геохімічні особливості територій плодкових насаджень України. *Садівництво*. 2022. Вип. 77. С. 138-145. DOI: 10.35205/0558-1125-2022-77-138-145.
16. Криворотько Я.С. Порівняльна характеристика якості на плодово-ягідну продукцію України і Європейського союзу. *Ефективна економіка*. 2011. № 5. URL: <http://www.econpmu.nauka.com.ua/?op=1&z=571> (дата звернення: 12.06.2023).
17. Практичний довідник з експорту свіжих фруктів та овочів до Європейського Союзу. Свіжі яблука. 2021. 70 с. URL: https://mediafra.admiralcloud.com/customer_609/a753557c-c601-49af-9da8-db1c4364b63 (дата звернення: 12.06.2023).

BIOGEOCHEMICAL FUNDAMENTALS OF THE DEVELOPMENT OF HORTICULTURE IN UKRAINE

T.M. YEHOROVA, Doctor, Docent

Institute of Horticulture NAAS, 03027, Kyiv, 23, Sadova str., e-mail: egorova_geochem@ukr.net

There is considered the importance of biogeochemical research for improving the quality of fruit crops. A significant part of the Earth's population suffers from diseases associated with an imbalance of nutritional (essential) elements. Scientific directions for in-depth research into the quality of horticulture products, their comprehensive evaluation and forecasting of their impact on the health of the population are gaining relevance. Biogeochemical research is one of the newest trends in the development of horticulture in Ukraine, which can further declare the excellent quality of our fruits and berries on the European market. It is noted that the theoretical basis of such studies are the works of V.I. Vernadskyi. The purpose of the presented research is to generalize the regional biogeochemical features of the fruit-growing zones of Ukraine and to determine the relevant directions for improving the quality of fruit and berry products due to the balance of essential traceelements.

The biogeochemical subregion of balance Co, Mo, Mn, Zn, Cu, Sr prevails in the territories of the Eastern Forest Steppe and Donbas, as well as in the northern part of the Southern Steppe and the central part of Crimea. In these territories, statistical estimates of the content of the studied essential microelements in the soils corresponded to biogeochemical norms (within threshold concentrations); medical statistics did not record an increased incidence of the corresponding endemic diseases among the children's population. Biogeochemical subregions of imbalance Co, Mo, Mn, Zn occupy about 80% of the area of Ukraine and are spread over the territory of 9 fruit-growing zones - Polysia, Western Forest-Steppe, Transnistria, Western and Central Steppe, North-Eastern Steppe, Southern Steppe, Prykarpattia, Transcarpathia, Crimea.

Peculiarities of horticulture in the territories of biogeochemical subregions of imbalance Co, Mo, Mn, Zn are caused by the increased probability of manifestation of up to 16 phytopathologies of crops. Our regional medico-geochemical studies here have established an increased prevalence of diseases among the children's population endemic diseases - anemia, glomerulonephritis, diabetes, poisoning. Within the biogeochemical subregions of Co, Mo, Mn on the territory of 11 administrative regions of Ukraine, it is necessary to introduce special agrochemical technologies for feeding crops using appropriate agrochemical methods.

It is advisable to take into account the relationship between the existing content of nutrient microelements in the soil and the physiological needs of agricultural crops when we planting new gardens. For example, planting apple orchards and vineyards is advisable on the territory of biogeochemical subregions with both an excess of zinc and a lack of molybdenum, because these crops have, respectively, very high needs of Zn and insignificant needs of Mo.

Key words: micronutrients, productquality, biogeochemical provinces, non-infectious phytopathologies.

Одержано редколегії 28.09.2023