

ЗОНАЛЬНІ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЙ ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ УКРАЇНИ

Т.М. ЄГОРОВА, доктор с.-г. наук

М.О. БУБЛИК, доктор с.-г. наук, професор, член-кор. НААН України

Інститут садівництва НААН, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23,

e-mail: egorova_geochem@ukr.net

В статті описано значення ландшафтної геохімії для оцінювання умов розвитку сільськогосподарських культур. Наведено основні наукові принципи і методичні засади ландшафтно-геохімічних досліджень. Зазначено можливості застосування фонових значень, кларків концентрації і коефіцієнтів біогеохімічної спеціалізації ґрунтів для вибору агрохімічних заходів та оцінювання якості врожаю плодкових культур. Дослідження проведено на п'яти агроландшафтах плодкових культур у чотирьох зонах плідівництва України і характеризують поширення у ґрунтах 12 поживних мікроелементів (Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Sr, Pb, Cr, Ni, V, Ba, Ti).

Ключові слова: ландшафтна геохімія, агроландшафт, плідівництво, кларк концентрації, біогеохімічний дисбаланс.

Системний підхід В.В. Докучаєва щодо вивчення зон природи і принцип В.І. Вернадського стосовно невід'ємного зв'язку між речовиною біотичною і абіотичною поєднала геохімія ландшафтів. Визначальне значення для методології геохімії ландшафтів при агроекологічних дослідженнях є сформульований О.І. Перельманом принцип диференціації, в якому зауважено, що техногенне забруднення довкілля залежить не лише від джерела забруднення, а й від ландшафтно-геохімічних умов території. Принципового значення в ландшафтно-геохімічних дослідженнях набуло положення когерентності (узгодженості) складових ландшафту (включно агроландшафт) за яким всі його компоненти (гірські породи, ґрунти, води, агроценози) є взаємопов'язаними міграцією хімічних елементів та взаємообумовлені як єдина складна система. Відповідно, засади і методи досліджень геохімії ландшафтів не є простими і загальноприйнятими прикладними природничими науками. Не виключенням є і садівництво України. Саме тому наші розвідки геохімічних особливостей агроландшафтів садових культур у різних зонах плідівництва України дозволять розширити уявлення щодо умов формування якості врожаю та екологічної безпеки плодкових насаджень.

Вивчення та паспортизація культур вітчизняного рослинництва приділяють основну увагу мережі їх врожайності та інфекційним фітопатологіям [1, 2].

Значимість для аграрного виробництва нових сортів як однорічних, так і багаторічних культур обумовлені головним чином їх біохімічними параметрами та врожайністю [3, 4]. Доволі часто оцінки якості продукції садівництва фактично не враховують місцеві особливості агроландшафтів, а саме їх абіотичні складові [5, 6]. Водночас, актуальність ґрунтової складової при вирощуванні плодкових культур розглядається у роботах П.А. Власюка, В.В. Ковальського і Є.В. Ісаєвої [7, 8]. В останні роки проблеми змін клімату та вплив кліматичних параметрів на розвиток садівництва широко висвітлюються у роботах М.О. Бублика. [9]. Значення еколого-геохімічних і агрохімічних особливостей ґрунтів у формуванні якості зернової продукції всебічно вивчали Т.М. Єгорова, Л.І. Моклячук, С.Г. Корсун, Н.В. Палапа та ін. [10-13].

Відсутність залучення принципів і методів геохімії ландшафтів у систему оцінок якості продукції та селекційних досліджень у садівництві сприяє уявленню про стійку територіальну універсальність нових сортів і гібридів. Водночас, це призводить до фактичного ігнорування абіотичної складової у функціонуванні культур, що протирічить загальнонауковим принципам природної зональності, когерентності і диференціації.

Саме тому **метою представлених досліджень** є визначення зональних ландшафтно-геохімічних особливостей агроландшафтів плодкових культур у межах зон плідництва -Полісся, Західного Лісостепу, Західного і Центрального Степу та Південного Степу та прогнозна оцінка їх впливу на мінеральну складову якості продукції садівництва.

Методичні засади досліджень включають вибір 5 зональних агроландшафтів на територіях плодкових насаджень, формування інформаційної бази даних щодо поширення 12 поживних мікроелементів у ґрунтах, розрахунки ландшафтно-геохімічних параметрів та перспективну оцінку їх впливу на споживчу якість плодів і ягід. Формування інформаційної бази «Екологія-2000» проходило в межах регіональних геоекологічних і агроекологічних досліджень впродовж 1995-2010 рр. і включали аналітичні вимірювання у центральних лабораторіях Міністерства геології та охорони надр України [14, 15]. Загальний об'єм статистичних вибірок по ґрунтах досліджених агроландшафтів становить 130 проб (8-41 проба). Ландшафтно-геохімічними параметрами агроландшафтів обрано статистичні оцінки фонових значень, кларки концентрації, а також біогеохімічну спеціалізацію ґрунтового покриву, які розраховано відповідно вмісту 12 поживних мікроелементів у ґрунтах [14, 16]. Розглянуті нами поживні мікроелементи (Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Sr, Ba, Pb, Cr, Ni, V, Ti) є невід'ємною складовою мінеральних речовин у структурі тканин плодкових рослин та активно впливають на їх якість. Фонові значення вмісту мікроелементів (Сфi) та оцінки кларків концентрації (ККi) вказують на переважаючі напрями природно-техногенних процесів їх геохімічної міграції (рівновага при ККi від 0,5 до 1,5, концентрації при ККi більше 1,5, розсіювання при ККi менше 0,5), що надає кількісні підстави вибору певних видів мікродобрив. Біогеохімічна спеціалізація ґрунтового по-

криву (КБГі) вказує на можливі біохімічні особливості плодів і ягід, а також на перспективні напрями селекції плодівих культур з певними концентраційними особливостями до відповідних поживних мікроелементів у різних зонах плодівництва України. Розрахунки КБГі засновані на співвідношенні із значеннями нижніх і верхніх порогових концентрацій для нормального гомеостазу рослин, які на сьогодні розкриває екологічна геохімія лише для 6 із досліджених нами поживних мікроелементів – Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Sr [14, 16, 17].

У межах зони плодівництва Полісся досліджено агроландшафт із дерново-підзолистими і лучними ґрунтами переважно на лесових породах на місці післялісових луків. У межах зони Західного Лісостепу – із опідзоленими чорноземними ґрунтами на лесових породах на місці широколистяних дубових лісів. У межах зони Західного і Центрального Степу – із чорноземами звичайними на лесових породах на місці різнотрав'яно-типчакового ковилового степу. У межах зони Південного Степу – із чорноземами звичайними і південними карбонатними, а також ґрунтами каштановими і чорноземами солонцюватими на лесових породах на місці полинно-типчаково ковилового степу.

Основні результати досліджень. Показником зональних особливостей агроландшафтів плодівих культур є просторова диференційованість статистичних оцінок розрахованих ландшафтно-геохімічних параметрів. Медіальні значення статистичних вибірок (Me) дозволяють найбільш інформативно і згорнуто оцінювати особливості агроландшафтів. Розрахунках Сфі, ККі, КБГі по кожному з 12 мікроелементів у ґрунтах та оцінки відповідних процесів у структурі агроландшафтів узагальнено у таблицях 1, 2.

Кількісні та якісні оцінки поширення поживних мікроелементів у ґрунтах агроландшафтів плодівих культур свідчать про суттєву їх диференціацію як за фоновими значеннями, так і напрямками процесів геохімічної міграції та біогеохімічної збалансованості. Найвища просторова диференційованість фонового вмісту проявлена для Mo (до 8 разів), а також Zn, Cu, Co, Sr (3-4 рази). Особливості досліджених природно-техногенних процесів геохімічної концентрації у ґрунтах регіонально властиві Pb ($KKi = 1,5-4,6$); Cu ($KKi=6,8$) – у межах Полісся, Mo ($KKi = 5,1$) – Західного Лісостепу; Zn, Cu, Co ($KKi=1,6-4,4$) – Західного і Центрального Степу; Cu, Mo, Sr ($KKi = 1,6-3,2$), а також Zn ($KKi = 2,4$) у каштанових ґрунтах на території Південному Степу. Геохімічне розсіювання проявлено лише для Ni, V ($KKi = 0,2-0,4$) на територіях Полісся і Західного Лісостепу.

Біогеохімічні характеристики ґрунтового покриву агроландшафтів плодівих культур, що є індикаторами збалансованості основних поживних мікроелементів у плодах та розвитку у першу чергу їх неінфекційних фітопатологій, визначаються наступними особливостями (див. табл. 1). Особливості досліджених біогеохімічних процесів у агроландшафтах визначає регіональна збалансованість Mn ($КБГі = 1,7-2,1$). Біогеохімічну незбалансованість поживних мікроелементів встановлено у кожній зоні плодівництва. Надлишок Cu ($КБГі = 17$) і нестача Co, Mo ($КБГі=0,5-0,7$) проявлено в зоні Полісся; надлишок Zn, Mo ($КБГі = 2,7-4,1$) – Західного Лісостепу;

надлишок Zn, Cu (*КБГі* = 4,7-10,9) – Західного і Центрального Степу; надлишок Zn, Cu, Sr (*КБГі* = 1,7-7,3) – Південного Степу. Це свідчить про можливість значного розвитку неінфекційних фітопатологій як надлишку, так і нестачі поживних мікроелементів у плодкових культурах на більшості територій України. Визначені біогеохімічні особливості агроландшафтів плодкових культур потребують уваги до відповідних морфологічних і біохімічних проявів дисбалансу зазначених мікроелементів.

1. Ландшафтно-геохімічні параметри Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Sr (із визначеними рівнями біогеохімічного балансу) у ґрунтах зональних агроландшафтів плодкових культур України

Зона плодівництва	Типи ґрунтів	Ландшафтно-геохімічні параметри	Поживні мікроелементи					
			Zn	Cu	Co	Mo	Mn	Sr
Полісся	дерново-підзолисті і лучні	Сф _і , мкг/кг	68	204	5	1	760	141
		КК _і	0,8	6,8	0,6	0,7	0,8	0,6
		КБ _і	2,3	17,0	0,7	0,5	1,9	0,2
		оцінки процесів	рівновага, баланс	концентрація, надлишок	рівновага, нестача	рівновага, нестача	рівновага, баланс	рівновага, баланс
Західний Лісо-степ	опідзолені чорноземні	Сф _і , мкг/кг	80	39	10	6	660	250
		КК _і	0,9	1,3	1,2	5,1	0,7	1,0
		КБ _і	2,7	3,3	1,4	4,1	1,7	0,4
		оцінки процесів	рівновага, надлишок	рівновага, баланс	рівновага, баланс	концентрація, надлишок	рівновага, баланс	рівновага, баланс
Західний і Центральний Степ	чорноземи звичайні	Сф _і , мкг/кг	141	131	18	2	660	232
		КК _і	1,6	4,4	2,3	1,4	0,7	0,9
		КБ _і	4,7	10,9	2,6	1,1	1,7	0,4
		оцінки процесів	концентрація, надлишок	концентрація, надлишок	концентрація, баланс	рівновага, баланс	рівновага, баланс	рівновага, баланс
Південний Степ	чорноземи звичайні і південні карбонатні	Сф _і , мкг/кг	82	88	12	3	850	790
		КК _і	0,9	2,9	1,4	2,4	0,9	3,2
		КБ _і	2,7	7,3	1,6	1,9	2,1	1,3
	каштанові і чорноземи солонцюваті	Сф _і , мкг/кг	216	81	9	2	700	432
		КК _і	2,4	2,7	1,1	1,6	0,7	1,7
		КБ _і	7,2	6,8	1,3	1,3	1,8	0,7
	оцінки процесів	концентрація, надлишок	концентрація, надлишок	рівновага, баланс	концентрація, баланс	рівновага, баланс	концентрація, баланс	

2. Ландшафтно-геохімічні параметри Ва, Pb, Cr, Ni, V, Ti
(із невивченими рівнями біогеохімічного балансу) у ґрунтах зональних агроландшафтів плодкових культур України

Зона плодівництва	Типи ґрунтів	Ландшафтно-геохімічні параметри	Поживні мікроелементи					
			Va	Pb	Ti	Cr	Ni	V
Полісся	дерново-підзолисті і лучні	Сфї, мкг/кг	365	23	4400	39	12	29
		ККї	0,7	1,9	0,9	0,6	0,2	0,3
		оцінки процесів	рівновага	концентрація	рівновага	рівновага	розсіювання	розсіювання
Західний Лісостеп	опідзолені чорноземні	Сфї, мкг/кг	400	21	3150	75	20	75
		ККї	0,8	1,7	0,6	1,1	0,4	0,8
		оцінки процесів	рівновага	концентрація	рівновага	рівновага	розсіювання	рівновага
Західний і Центральний Степ	чорноземи звичайні	Сфї, мкг/кг	375	19	4750	58	25	83
		ККї	0,8	1,5	1,0	0,8	0,5	0,9
		оцінки процесів	рівновага	концентрація	рівновага	рівновага	рівновага	рівновага
Південний Степ	чорноземи звичайні і південні карбонатні	Сфї, мкг/кг	415	28	4750	75	33	85
		ККї	0,8	2,3	1,0	1,1	0,7	0,9
		оцінки процесів	рівновага	концентрація	рівновага	рівновага	рівновага	рівновага
	каштанові і чорноземи солонцюваті	Сфї, мкг/кг	475	55	3900	76	30	58
		ККї	1,0	4,6	0,8	1,1	0,6	0,6
оцінки процесів	рівновага	концентрація	рівновага	рівновага	рівновага	рівновага		

Найбільш значущу агроекологічну небезпеку для успішного росту і розвитку плодкових культур на Поліссі та в зонах Степу має біогеохімічний надлишок Си в ландшафтно-геохімічних умовах її концентрації в ґрунтах припустимої техногенної природи. Це може викликати затримку росту у кісточкових культур і спричиняє дефіцит заліза у їх складі. Регіональний біогеохімічний надлишок Zn властивий ґрунтам у зонах Західного Лісостепу і Степу, що може викликати хлороз і розеткову хворобу у плодкових культур. Нестача Со і Мо у зоні Полісся відповідає дослідженій біогеохімічній зональності території України і потребує стійкого позакореневого живлення культур відповідними мікродобривами.

Висновки. Ландшафтно-геохімічні особливості агроландшафтів плодкових культур України свідчать про значну просторову диференційованість по-

ширення основних поживних мікроелементів та суттєві відмінності у процесах їх фізико-хімічної і біогенної міграції.

У досліджених агроландшафтах переважають умови геохімічної врівноваженості і біогеохімічної збалансованості (47 % випадків), а також концентрації і біогеохімічного надлишку (30 % випадків), що відповідає узгодженості між різними ландшафтно-геохімічними процесами. Зональний характер мають біогеохімічна нестача Co і Mo в умовах фізико-хімічної врівноваженості на території Полісся. Надлишок Zn в умовах фізико-хімічної врівноваженості у західному Лісостепу і Південному Степу, а також збалансованість Mo в умовах його фізико-хімічної концентрації. Визначена невідповідність ландшафтно-геохімічних процесів потребує поглиблених моніторингових спостережень. Водночас, біогеохімічний дисбаланс поживних мікроелементів, що проявлений у межах всіх агроландшафтів плодкових культур вказує на певні ризики у зниженні якості продукції, розвитку певних неінфекційних фітопатологій та зниженні опору рослин до інших типів захворювань. Природно-агротехногенні процеси в насадженнях плодкових культур характеризує регіональна для України концентрація свинцю та зональні надлишки міді (у зонах Полісся і Степу), молібдену (у Західному Лісостепу), цинку (у зонах Степу) і стронцію (у Зоні Південного Степу) при можливому їх небезпечному накопиченні у продукції садівництва. Це визначає доцільність мінімального застосування відповідних мікродобрив на зазначених територіях, а також регіональну необхідність обмеженого застосування препаратів свинцю. Природні ландшафтно-геохімічні процеси нестачі кобальту і молібдену у зоні Полісся знижують споживчу якість продукції за рахунок небезпечно низького вмісту цих мікроелементів.

Розширення ландшафтно-геохімічних досліджень насаджень плодкових культур потребує у подальшому сполучених розвідок вмісту мікроелементів у компонентах агроландшафтів, а саме поливних водах, гірських породах, ґрунтах і безпосередньо у продукції садівництва. Це надасть змогу оцінювати і активно впливати на склад мінеральної частини продукції та суттєво підвищувати її продовольчу якість.

Список використаної літератури

1. Сільське господарство України. Статистичний збірник /відп. за вип. О.М. Прокопенко. Київ: Державна служба статистики, 2019. 235 с.
2. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодкових і ягідних культур від шкідників і хвороб : рекомендації / за ред. І.В. Шевчука. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
3. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімія плодкових культур. Київ: ПП «Санспарель», 2020. 364 с.
4. Довідник нормативних показників якості продукції сільськогосподарських культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах України (довідко-

- во-нормативна інформація) / за ред. С.А. Балюка, М.В. Лісового. Харків: Смугаста типографія, 2016. 46 с.
5. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (керівний нормативний документ) / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2019. 108 с.
 6. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. С.А. Балюка та ін. Київ, 2010. 112 с.
 7. Исаева Е.В., Шестопап З.А. Атлас болезней плодовых и ягодных культур. Київ: Урожай, 1991. 144 с.
 8. Ковальський В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов. *Труды биогеохимической лаборатории Института геохим. и аналит. химии им. В.И. Вернадского*. Том XXII. Москва: Наука, 1991. С. 5-23
 9. Бублик М.О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ, Нора-принт, 2005. 288 с.
 10. Єгорова Т.М. Вплив геохімічної спеціалізації гірських порід на екологічні особливості ґрунтів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 24-30. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2020.207677.
 11. Корсун С.Г. Спосіб визначення екотоксикологічної стійкості ґрунту в агроландшафтах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2006. №1. С.56-60.
 12. Єгорова Т.М. Ландшафтно-геохімічна структура території України як методологічна основа еколого-геохімічних досліджень. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2003. № 2. С. 71-77.
 13. Аналіз балансу поживних речовин у ґрунтах земель сільськогосподарського призначення зон Полісся та Лісостепу / Моклячук Л.І., Яцук І.П., Матусевич Г.Д., Ліщук А.М. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 4. С. 143-147.
 14. Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України : монографія. Київ: «ДІА», 2018. 264 с.
 15. Єгорова Т.М. Ландшафтна екологія України (геохімічні аспекти) : підручник. Кам'янець-Подільський, 2009. 192 с.
 16. Єгорова Т.М., Шумигай І.В., Сапсай Т.П. Біогеохімічні ланцюги поживних елементів та система оцінки їх агротехногенних деформацій : методичні вказівки. Київ, 2020. 26 с.
 17. Єгорова Т.М. Биогеохимическое районирование сельскохозяйственных земель Украины: проблемы и решения. *Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова*. 2014. № 4. С. 16-18.

ZONAL LANDSCAPE-GEOCHEMICAL FEATURES OF THE TERRITORIES OF FRUIT PLANTS OF UKRAINE

T.M. YEHOVA, Doctor

M.O. BUBLYK, Doctor, Professor, Corresponding Member of NAAS of Ukraine

Institute of Horticulture NAAS, 03027, Kyiv, str. Sadova, 23,

e-mail: egorova_geochem@ukr.net

There are possibilities of using background values, concentration clark and coefficients of biogeochemical specialization of soils for the selection of agrochemical measures and evaluation of the quality of fruit crops are indicated. The research was conducted on five agro-landscapes of fruit crops in four fruit-growing zones of Ukraine and characterized the distribution in the soil of 12 micronutrients (Zn, Co, Cu, Mo, Mn, Sr, Pb, Cr, Ni, V, Ba, Ti).

It is noted that the indicator of zonal features of agrolandscapes of fruit crops is the spatial differentiation the statistical estimates of landscape-geochemical parameters, among which medians of samples (Me) allow for the most informative and concise assessment of them.

It was established that the zonal differences in the background content of Mo, Zn, Cu, Co, Sr in the soils of the territories of fruit plantations fluctuate most significantly with variation from 3 to 8 times, while Mn, Pb, Cr, Ni, V, Ba, Ti do not exceed 2, 5 times. Values of concentration clark greater than 1.5 indicate the geochemical concentration of Pb in the soils of all fruit-growing areas of Ukraine, Cu - in the Polissia zone, Mo - in the Western Forest Steppe, Zn, Cu, Co - in the Western and Central Steppe, Cu, Mo, Sr, Zn - in the Southern Steppe. This determines the expediency of minimal use of appropriate microfertilizers in the specified territories, as well as the regional need for limited use of lead preparations.

Biogeochemical imbalance of nutritional microelements is manifested in each zone of fruit growing. It is characterized by an excess of Cu and a lack of Co, Mo in Polissia, an excess of Zn, Mo in the Western Forest Steppe, an excess of Zn, Cu in the Western and Central Steppe, an excess of Zn, Cu, Sr in the Southern Steppe. This indicates the possibility of widespread development of non-infectious phytopathologies, both an excess and a lack of nutrient microelements in fruit growing products in most territories of Ukraine.

Key words: landscape geochemistry, agrolandscape, fruit growing, concentration clark, biogeochemical imbalance.

Одержано редколегією 03.10.2022