

СЕКЦІЯ 7 – ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ І ЕКОТОКСИКОЛОГІЯ. ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ЕКОТРОФОЛОГІЯ

УДК 631.95:550.47

Єгорова Т.М., д.с.-г.н., доцент, завідувачка лабораторії Інститут агроекології і природокористування НААН
Палапа Н.В., д.с.-г.н., ст. наук. співробітник, завідувачка сектором Інститут агроекології і природокористування НААН
Шумигай І.В., к.с.-г.н., ст. наук. співробітник Інститут агроекології і природокористування НААН;

СИНЕРГІЗМ ТА АНТАГОНІЗМ БІОГЕОХІМІЧНОЇ ЗБАЛАНСОВАНОСТІ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Проведено сполучений біогеохімічний аналіз поширення Zn, Cu, Mo у агроландшафтах Лісостепу України. Встановлено співвідношення нестачі, надлишку і збалансованості мікроелементів у системах «гірські породи - ґрунти - зернові, овочеві і технічні культури». З'ясовано синергетичні і антагоністичні прояви збалансованості Zn, Cu, Mo у рослинній продукції. Розглянуто можливі наслідки комплексної незбалансованості мікроелементів для сільськогосподарських культур і свійських тварин.

Ключові слова: мікроелементи, дисбаланс, біогеохімія, синергізм, антагонізм.

Майже всі елементи є або антагоністами, або синергістами по відношенню один до одного. Явища антагонізму та синергії залежать від типу ґрунту, фізичних властивостей, рН, навколишнього середовища, температури і кількості поживних речовин. Якщо спостерігається подібність у будові двох або більше елементів, то вони здатні заміщати один одного в біохімічних системах, що і викликає антагонізм цих поживних речовин. Агрономи завжди повинні враховувати конкуренцію елементів, що містять аналогічні за розміром, валентності і заряду іони. Витрати на високоякісне насіння, оригінальні засоби захисту рослин та технології не знаходять ефективної реалізації за умов неправильного живлення [7].

Важливим чинником стабільних врожаїв є правильно підібраний комплекс живлення рослин, у т.ч. точне внесення того чи іншого елемента живлення, в залежності від потреб рослин [5].

Відповідно до визначень А. Кабата-Пендіас, синергізм проявляється як посилення спільна фізіологічна дія різних чинників, антагонізм – як послаблення впливу одного чинника під дією інших [4].

Антагонізм між елементами виникає у випадку якщо їх спільна участь у біохімічних реакціях призводить до погіршення засвоєння одного з них. Синергізм є комплексною дією елементів (двох або більше), при якому досягається посилення позитивного результату їх впливу на рослину. У рослинах такі взаємодії можуть бути обумовлені здатністю одного хімічного елемента стимулювати або пригнічувати поглинання інших елементів.

Найбільш вивченими є антагоністичні реакції між макро- та мікроелементами, тоді як взаємодію мікроелементів між собою прийнято вважати нейтральними. При антагонізмі понаднормове засвоєння одного мікроелемента викликає дефіцит іншого, а синергізм елементів сприяє їх спільному кращому засвоєнню.

Існуючі публікації представляють найбільш традиційні погляди на взаємодію мікроелементів у сільськогосподарських ґрунтах [7].

Як свідчать наші багаторічні дослідження з геохімії ландшафтів, існуючі уявлення про синергетичну взаємодію елементів цілком і повністю знаходяться у площині теорії О.І. Перельмана про екзогенні геохімічні бар'єри [2, 6]. Найважливішим і найменш вивченим питанням залишається вплив біогеохімічного синергізму та антагонізму мікроелементів на фізіологічний стан сільськогосподарських культур і худоби.

Встановлення синергетичних і антагоністичних ефектів взаємодії мікроелементів у агроландшафтах базується на комплексному аналізі біогеохімічних ланцюгів у межах однорідних агроландшафтів із урахуванням мінералогічної і геохімічної спеціалізації підстильних гірських порід. Методика вивчення біогеохімічних ланцюгів земель сільськогосподарського призначення впроваджена нами у агроекологічні розвідки впродовж останніх років [1].

Дослідження проведено у агроландшафтах Лісостепу Правобережного (ґрунти яких представлені чорноземами типовими, сірими опідзоленими, сірими і темно-сірими опідзоленими) та Лісостепу Лівобережного (ґрунти яких представлені чорноземами малогумусними карбонатними і алювіально-лучними).

Сполучене оцінювання біогеохімічного балансу і дисбалансу Zn, Cu, Mo у ґрунтах та сільськогосподарських культурах (зернових, овочевих, технічних олійних) дозволяє розширити показники якості сільськогосподарської продукції та охарактеризувати синергетичні і антагоністичні ефекти взаємодії мікроелементів у живленні рослин на теренах Лісостепу України.

Синергізм поживних мікроелементів проявлено як у їх біогеохімічній збалансованості, так і надлишку.

Синергізм біогеохімічної збалансованості Zn, Cu встановлено головним чином у ґрунтах (чорноземах типових, сірих і темно-сірих опідзолених, чорноземах малогумусних карбонатних, алювіально-лучних) та у продовольчій сировині злакових хлібних (на чорноземах типових).

Синергізм біогеохімічного надлишку Zn, Cu фіксується у ґрунтах (сірі опідзолені) та більшості продовольчої сировини – злакових хлібних (на ґрунтах сірих і темно-сірих опідзолених), гречкових (на чорноземах типових л-т 39), технічних олійних (на сірих опідзолених ґрунтах), бобових (на ґрунтах алювіально-лучних, сірих і темно-сірих

опідзолених), овочевих (на чорноземах малогумусних карбонатних). Надлишок Zn, Cu призводить до таких морфологічних фітопатологій: як водянисті прозорі плями на нижніх листках рослин уздовж головної жилки, пластинка листка з виростами неправильної форми стає нерівною, а через деякий час настає некроз тканин і листя опадає; токсичність цинку викликає блідо-зелений хлороз нових листя, все листя більш зеленого кольору, ніж повинні бути. Надлишок Cu проявляється у тому, що рослина гальмується в розвитку, на листках з'являються бурі плями і листки відмирають; починається процес з нижніх більш старих листків. Надлишок у раціоні худоби Zn, Cu (а також Mn, Mo) може викликати анемію (як і недостатність Fe, Si, Co). Враховуючи, що за одночасного внесення кальцію та міді рослина засвоїть лише один з цих елементів і зовсім не засвоїть інший, можна спрогнозувати нестачу кальцію у культурах. Враховуючи, що надлишок Zn погіршує доступність Mn, а достатня кількість Mn збільшує поглинання Cu, тому можна спрогнозувати надлишок марганцю у більшості культур Лісостепу України.

Антагонізм поживних мікроелементів проявлено у біогеохімічній збалансованості сумісно із надлишком та нестачею.

Антагонізм біогеохімічного надлишку Mo із збалансованістю Zn, Cu зафіксовано нами у ґрунтах і злакових хлібних у межах агроландшафту з чорноземами типовими. Для рослинних і тваринних організмів антагонізм Mo і Cu є відомим фактом [3]. Великі дози молібдену дуже токсичні для рослин, людини і тварин. Надлишок молібдену призводить до порушення засвоєності міді, що проявляється у наших дослідженнях ґрунтів та злакових хлібних культур. Тривале надходження значних кількостей молібдену в організм людини (наприклад, у межах молібденових біогеохімічних провінцій) призводить до накопичення сечової кислоти у тканинах і виникненню артрозів і молібденової падагри, відомої як хвороба Ковальського; у ветеринарії відомі ураження кістяку худоби при надлишку Mo. Такі зони були відкриті В.В. Ковальським і в Україні понад 50 років тому.

Антагонізм біогеохімічної нестачі Cu із збалансованістю Zn, зафіксовано нами у ґрунтах (сірих і темно-сірих опідзолених, чорноземах малогумусних карбонатних, алювіально-лучних), але не фіксується у продовольчій сировині. Потенційну небезпеку для сільськогосподарських культур має нестача міді у ґрунтах, яка буде проявлятися у першу чергу у пшениці і ячмені у формах побіління і усихання кінчиків листових пластин. В організмі худоби нестачу Cu може обумовити надлишок Zn.

Антагонізм біогеохімічного надлишку Si із збалансованістю Zn, зафіксовано нами у окремих злакових хлібних і бобових (на сірих і темно-сірих опідзолених ґрунтах), овочевих (на чорноземах малогумусних карбонатних). Як ми зазначали вище, надлишок Cu гальмує рослини у розвитку, на листках з'являються бурі плями, а листя згодом відмирає. В цих умовах позакореневе підживлення кальцієм здатне блокувати перехід Cu у культури, однак разом із Zn. В організмі худоби – нестача Zn збільшує всмоктування Cu.

Таким чином. Урахування визначеної синергетичної і антагоністичної взаємодії Zn, Cu, Mo дозволяє уникнути зайвих витрат на мікроелементне живлення ґрунтів, розширити показники якості рослинної сировини та більш ефективно спланувати позакореневе живлення рослин і годівлю тварин. Відсутність стабільної успадкованості у сільськогосподарських біогеохімічних особливостей ґрунтів свідчить про необхідність проведення агрохімічного моніторингу ґрунтів у комплексі з біогеохімічними дослідженнями продовольчої сировини. У тваринницькій галузі при оцінці статусу поживних, мінеральних і біологічно активних речовин основна увага має бути приділена оперативному своєчасному виявленню їх недостатності, токсикозу та організації профілактичних заходів.

Список використаних джерел

1. Біогеохімічні ланцюги поживних елементів та система оцінки їх агротехногенних деформацій (методичні рекомендації). Т.М. Єгорова, І.В. Шумигай, Т.П. Сапсай]; за наук. ред. О.І. Фурдичка. Київ: ТОВ "ДІА". 2020. 26 с.
2. Єгорова Т.М., Ісаєнко В.М. Основи біогеохімії: навчальний посібник. Київ: Вид. НАУ, 2005. 170 с.
3. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник в 6 кн. Под ред. Э.К. Буренкова. М.: Недра, 1997. Т. 5. 575 с.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях; пер. с англ. Москва: Мир, 1989. 439 с.
5. Мікроелементи: друзі і вороги. Як взаємодіють елементи в рослині та що потрібно врахувати агроному? Електронний ресурс <https://superagronom.com/articles/135-mikroelementi-druzi-i-vorogi-yak-vzayemodiyut-elementi-v-roslini-ta-scho-potribno-vrahuvati-agronomu>
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. Москва: Высшая школа, 1975. 342 с.
7. Технології позакореневого живлення польових культур. Агроскоп. 88 с. Електронний ресурс: https://agrii.com.ua/storage/origin/site_corporate_posts/23/a0b0931cb9c29d97a90935d5e2d6964b.pdf

УДК 5:371.1.001

Білецька Г.А., доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри екології та біологічної освіти
Мудраков В.В., кандидат філософських наук, доцент кафедри філософії і політології
Хмельницький національний університет

РЕАЛІЗАЦІЯ ОСВІТИ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Обґрунтовано, що навчальний предмет "Біологія" має значний потенціал для реалізації ідей освіти для сталого розвитку у закладах загальної середньої освіти. Аргументовано, що під час вивчення біології відбувається усвідомлення значення живої природи і розуміння наслідків антропогенного впливу на довкілля. З'ясовано, що існує два шляхи