

ПЕДАГОГІЧНІ НАУКИ

УДК 504.064.2:502.75

О. С. Заблоцька,
доктор педагогічних наук, професор
(Житомирський національний агроекологічний університет)

КОМПЕТЕНТІСНЕ ВИВЧЕННЯ МАЙБУТНІМИ АГРОНОМАМИ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА РОСЛИНИ

У статті викладено методику формування хімічної складової професійної компетенції "планування використання неорганічних сполук біогенних елементів у якості добрив та кормових добавок" у студентів напряму підготовки "Агрономія" при вивченні теми "Біогенні елементи". Визначено узагальнений зміст цієї складової (початковий предметний досвід, ціннісні орієнтації, знання, уміння та особистісні якості майбутніх агрономів). Розроблено компетентнісний зміст лекції, самостійної роботи студентів і лабораторного заняття.

Ключові слова: майбутні агрономи, мікроелементи, вплив на рослини, методика формування хімічної складової професійної компетенції.

Постановка проблеми. Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряму підготовки 6.090101 "Агрономія" майбутні фахівці у галузі агрономії вивчають у курсі "Хімії" тему "Біогенні елементи", зокрема їх вплив на ріст і хімічний склад продукції рослинництва [1]. В результаті цієї роботи у студентів повинна сформуватися хімічна складова професійної компетенції "планування використання неорганічних сполук біогенних елементів у якості добрив та кормових добавок". Це вимагає від науковців у галузі теорії та методики навчання хімії розробки методичних підходів до компетентнісного вивчення біогенних елементів студентами-агрономами.

Аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження дозволив встановити, що сутність знань про біогенні елементи у підготовці майбутніх екологів та агрономів розкривається в працях М. В. Вовка, В. І. Дорохова, О. С. Заблоцької, Г. В. Павлюка, Б. М. Федішина [2], Т. М. Єгорової, В. М. Ісаєнко, Т. В. Дудар, С. М. Федорик [3], М. М. Городнього [4] та ін. Закономірності розподілу хімічних елементів у земній корі та живих організмах, токсичність деяких із них висвітлюються О. П. Мітрясовою у дисертації, присвяченій інтегрованому навчанню хімічних дисциплін студентів аграрних університетів [5]. Залишається недостатньо дослідженим питання, пов'язане з компетентнісним вивченням майбутніми агрономами у курсі "Хімії" теми "Мікроелементи та їх значення для рослин". Це й визначило мету нашого дослідження.

Виклад основного матеріалу. На вивчення теми "Мікроелементи та їх значення для рослин" відводиться 10 годин, з них: 2 години – лекція, 4 години – лабораторне заняття, 4 години – самостійна робота. Ця тема ґрунтується на предметному досвіді студентів, набутому в загальноосвітній школі під час ознайомлення з елементами періодичної системи. Вона має велике практичне значення для підготовки майбутніх агрономів, оскільки в ній формуються знання, уміння, навички, ціннісні орієнтації та особистісні якості студентів, необхідні для ефективного застосування мікродобрив, дослідження якості рослинницької продукції та ґрунту.

Узагальнений зміст хімічної складової професійної компетенції "планування використання неорганічних сполук біогенних елементів у якості добрив та кормових добавок", що формуються в темі "Мікроелементи та їх значення для рослин":

Початковий предметний досвід (за змістом курсу хімії загальноосвітньої школи): використання знань про будову атомів та йонів мікроелементів, їх поширення у навколишньому середовищі; структуру, властивості, застосування хімічних сполук, що містять відповідні мікроелементи, вплив цих речовин на докілья; важкі метали, їх токсичність для живих організмів.

Ціннісні орієнтації: спрямованість студентів на засвоєння теми шляхом усвідомлення її значущості для оволодіння загальнопредметною (професійною) компетенцією "використання неорганічних сполук біогенних елементів у якості добрив та кормових добавок", пов'язаних із цим навчальних потреб, інтересів та установок.

Предметні теоретичні знання (поняття, теорії, закони): нормативні навчальні елементи теми.

Предметні способи діяльності (знання "як діяти"): методика дослідження впливу мікроелементів на ріст і розвиток рослин; способи статистичної та графічної обробки результатів дослідження (складання таблиць, побудова калібрувальних графіків (кривих росту), порівняння одержаних результатів з

існуючими стандартами і нормативами); інструктивні вказівки до самостійного опрацювання джерел хімічної інформації.

Знання "яким бути" (необхідні для виконання предметної діяльності особистісні риси): самостійність, відповідальність, організованість, наполегливість, пізнавальна активність, креативність, критичність мислення, акуратність й обережність у поводженні з хімічними реактивами, здатність до предметного спілкування та колективної взаємодії.

Інтелектуальні вміння: сприймання та осмислення інформації, виділення головного, доведення й спростування, висування гіпотез, аналіз і синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, конкретизація, знаходження зв'язків, моделювання, прогнозування.

Експериментальні вміння: приготування розчинів хімічних сполук мікроелементів; підготовка і проведення дослідів виявлення впливу цих мікроелементів на проростання насіння, визначення ростових показників рослин тощо.

Особистісні риси, необхідні для майбутнього фаху: формуються на основі знань "яким бути" у процесі активної навчальної діяльності студентів.

Лекційне заняття на тему: "Мікроелементи та їх значення для рослин". На обговорення виносяться питання:

1. Мікроелементи, їх класифікація та надходження у біосферу.
2. Важкі метали та їх вплив на довкілля.
3. Значення мікроелементів для фізіологічних процесів у рослинах, їх використання в сільськогосподарській практиці.

1. Мікроелементи, їх класифікація та надходження у біосферу. На початку лекції зазначається, що знання про мікроелементи, їх речовинні та йонні форми, будову, властивості, застосування, вплив на рослини та інші компоненти трофічних ланцюгів необхідні для майбутніх фахівців у галузі агрономії. Актуалізується вивчення проблеми мінерального живлення рослинних організмів мікроелементами та токсичності деяких із них. Далі дається визначення поняття "мікроелементи". Наводяться приклади цих елементів та вказується їх кларк і вміст у складі живої речовини (наприклад, Zn, Br, Mn, Cu – 10^{-2} - 10^{-3} %; а I, As, B, F, Pb, Ti, V, Ni, Sr – 10^{-3} - 10^{-4} %).

Дається класифікація мікроелементів залежно від:

- положення в періодичній системі – біогенні елементи головних і побічних підгруп;
- властивостей – метали (Zn, Mn, Cu, Pb та ін.) і неметали (Br, I, F та ін.);
- величини коефіцієнта біологічного поглинання (КБП) за А. І. Перельманом, який поділив їх на дві групи: *елементи біологічного накопичення*, КБП яких варіює від 1 до 100 та більше (Br, I, B, Se та ін.) та *елементи біологічного захоплення*, для яких КБП є меншим від 1 (Cu, Co, Sn, Pb, Ba, Mn, F та ін.);
- біологічної ролі (за Б. Б. Полиновим). Це *органогени* і *домішки*. Органогени практично співпадають з елементами біологічного накопичення, а домішки – з елементами біологічного захоплення. Наголошується, що мікроелементи є спеціальним органогенами – вони необхідні багатьом, але не усім видам живих організмів. Серед них варто назвати такі: Sb, F, Mn, Sr, B, Br, Cu, I, Zn та ін.

З'ясовуються шляхи надходження мікроелементів у біосферу (міграція з геохімічного середовища та результат техногенної діяльності людини) та їх втрати (перехід у недоступну для рослин форму внаслідок використання добрив та вапнування). Вказується, що коливання концентрації мікроелементів у геохімічному середовищі позначається на хімічному складі деяких рослин. Наприклад, картопля і томати концентрують хімічні елементи. Вони можуть поглинати Манган від 5 мг/кг (сухої ваги) до $11 \cdot 10^3$ мг/кг. Однак, більшість рослин адаптовані до геохімічного середовища, зокрема, злаки не реагують на зміну концентрації таких мікроелементів, як B, Ni, Co. Наголошується, що дикоростуча флора краще адаптована до надлишку або недостачі того чи іншого мікроелементу, порівняно з культурною. Завдяки цій здатності виникли такі типи флор, як "галмейна" (Zn), "олов'яна" (Sn), "свинцева" (Pb) та інші.

Вказується, що окрім геохімічного середовища, на хімічний склад рослин істотно впливають кліматичні умови: у північних районах Землі рослини містять більше Cu, Mn, Zn. Встановлено, що з надземної частини рослин тропічних лісів дощами вимивається від 30 до 99 % Se, 60-90 % Cu.

2. Важкі метали та їх вплив на довкілля. Зазначається, що серед мікроелементів особливе місце займають важкі метали (V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi та ін.). Належність металів до цієї групи оцінюється за критеріями: відносна атомна маса (вища за 50), густина (більша за 8 г/см^3 – згідно з класифікацією Н. Реймерса, зокрема, це – Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg), ступінь екологічної безпеки для ґрунту, рослин, тварин і людини (мало-, середньо- й високонебезпечні), поширеність в природному середовищі, ступінь залучення у природні й техногенні цикли, здатність до біоаккумуляції та біомагніфікації.

Вказується, що більшість важких металів у йонному вигляді беруть активну участь в біологічних процесах, є складовою багатьох ферментів (окрім Pb, Cd, Bi, Hg, фізіологічне значення яких поки що достатньо невивчене). Ці властивості обумовлюють їх використання в сільському господарстві як мікродобрив, кормових добавок і пестицидів. Однак, накопичуючись у значній кількості, важкі метали

забруднюють довкілля та здійснюють токсичний вплив на живі організми. Це актуалізує проблему виваженого та екологічно безпечного використання добрив і хімічних засобів захисту рослин.

3. *Значення мікроелементів для фізіологічних процесів у рослинах, їх використання в сільськогосподарській практиці.* Розкривається характерна ознака мікроелементів, яка полягає в їх здатності здійснювати сильну дію на живі організми, зокрема рослини, у надзвичайно малих дозах. Це пояснюється тісною взаємодією мікроелементів з такими біологічно активними сполуками, як вітаміни, фітогормони, білки і ферменти, які визначають шляхи залучення зазначених елементів у фізіологічні процеси. Серед процесів, в яких беруть участь мікроелементи, варто назвати: біосинтез білків, вуглеводів, вітамінів, процеси дихання, фотосинтезу, каталізу, синтезу гумусу та ін. Необхідно також звернути увагу студентів на вивчення чутливості рослин не тільки до кількісного, а й до якісного складу мікроелементів. Відомо, що різні мікроелементи можуть виконувати одну й ту ж функцію, замінюючи один одного, та впливати один на одного. Наприклад, надлишок йонів Цинку призупиняє надходження в рослини йонів Кадмію, а надлишок йонів Молибдену – йонів Купруму.

Далі вивчаються рухливі форми основних мікроелементів та розкривається їх фізіологічне значення для рослин: *Мангану* (участь у процесах фотосинтезу, нітрогенному і нуклеїновому обміні; регулювання кількості поглинання Феруму з ґрунту та ін.), *Бору* (участь у вуглеводному, нуклеїновому обміні, фотосинтезі, диханні рослин; вплив на поглинання Нітрогену, Калію та Кальцію з ґрунту), *Купруму* (у складі 19 ферментів бере участь у процесах дихання рослин, фіксації азоту, засвоєння Fe, Ca і P), *Цинку* (39 ферментів, що утворює Цинк, відповідають за різні біохімічні процеси; у дикоростучої флори його міститься більше, ніж у культурних рослинах), *Молибдену* (відповідає за фіксацію азоту; є антагоністом Алюмінію; найбільше споживається бобовими рослинами), *Кобальту* (необхідний для життєдіяльності бульбачкових бактерій; входить до складу вітаміну B₁₂) та ін.

Знання про фізіологічне значення мікроелементів для рослин дають можливість перейти до вивчення їх мінеральних форм, які використовуються в сільськогосподарській практиці як мікродобрива та кормові добавки. Наприклад, підживлення рослин йонами Mn²⁺ відбувається шляхом внесення у ґрунт мангановмісних (марганцевих) добрив. До них належать сульфат марганцю (манган сульфат), марганізований гранульований суперфосфат, марганцеві шлами, марганцевовмісний порошок, марганізована нітрофоска. Їх вносять у розрахунок не більше, ніж 20-60 мг Мангану на 1 кг ґрунту.

Самостійна робота студентів. У процесі самостійної роботи студенти за конспектами лекцій, підручниками й навчальними посібниками готуються до навчальних занять і контрольних заходів, а також виконують індивідуальні завдання (здійснюють науково-дослідні проекти, складають звіти з цієї роботи, готують повідомлення, реферати, статті та виступи на наукових конференціях). Внаслідок цієї роботи студенти самостійно оволодівають ґрунтовними знаннями, інтелектуальними уміннями та навичками роботи із джерелами хімічної інформації, в них формуються предметні ціннісні орієнтації, пов'язані з темою "Мікроелементи та їх значення для рослин", а також необхідні для предметної діяльності особистісні риси.

На самостійне опрацювання виносяться питання, які стосуються порівняння окремих мікроелементів за такими категоріями:

- порядковий номер у періодичній системі (заряд ядра атома, число протонів та електронів);
- номер групи (підгрупа) в періодичній системі (число електронів на останньому енергетичному рівні; ступені окиснення);
- номер періода в періодичній системі (число енергетичних рівнів в атомі);
- відносна атомна маса (число нейтронів у ядрі атома) та ізотопи;
- вміст у земній корі % (кларк), найпоширеніші мінерали;
- проста речовина (властивості) та складні сполуки;
- біохімічне значення для рослин;
- джерела надходження у довкілля;
- використання у сільському господарстві (добрива, кормові добавки, пестициди);
- дія на організм людини (гранично допустима концентрація (ГДК)).

Результати цієї роботи обговорюються й оцінюються лабораторному занятті.

Лабораторне заняття на тему: "Порівняння впливу деяких мікроелементів на проростання насіння кукурудзи". Під час лабораторного заняття студенти здійснюють експериментальну перевірку теоретичних знань про фізіологічне значення мікроелементів для рослин (зокрема важких металів), набувають практичних умінь, навичок та досвіду роботи в хімічній лабораторії. У них продовжують формуватися необхідні для майбутнього фаху ціннісні орієнтації та особистісні якості.

Відомо, що найбільш чутливим показником до дії важких металів є ріст рослин. Тому порівняння впливу цих мікроелементів на рослини вивчається за ростовими показниками насіння кукурудзи. Кукурудзу як матеріал дослідження обирають з таких причин:

- це одна з основних зернових культур України, що має найвищу врожайність;
- вона характеризується найбільшим виносом та коефіцієнтом засвоєння мікроелементів із ґрунту

(наприклад, на формування 1 т зерна і відповідної кількості вегетативних органів кукурудза виносить з 1 га ґрунту (кг/га): йонів Мангану – 0,15; Цинку – 0,05-0,1; Молібдену – 0,01);

• її традиційно вважають "індикатором" вмісту мікроелементів у ґрунті. Особливо кукурудза чутлива до застосування солей Цинку, Мангану та Купруму. За нестачі цих мікроелементів гальмується ріст та розвиток рослин кукурудзи.

Дослід закладається на попередньому лабораторному занятті: семидобові паростки кукурудзи (пророщені в затемненому термостаті при + 25°C) вносять у дистильовану воду та в умови водних культур на розчині солей Mn^{2+} і Pb^{2+} (або інших мікроелементів) у концентраціях 1,25 та 2,5 ммоль/л. Mn^{2+} і Pb^{2+} беруть для експерименту, зважаючи на те, що вони, з одного боку, є мікроелементами, тобто тією чи іншою мірою необхідні рослинам, а з іншого – це важкі метали, які, як відомо, негативно впливають на живі організми та навколишнє середовище. Тому за результатами дослідження студенти повинні отримати відповіді на питання: "Яка з названих функцій переважає у кожного з цих елементів?"; "Чи впливає на ці функції концентрація йонів Mn^{2+} і Pb^{2+} ?".

Ростові показники (довжина коренів, пагонів та приріст їх довжини) вивчаються через 14 днів. Результати дослідження систематизують у вигляді таблиць й графіків залежності ростових показників від концентрації йонів Mn^{2+} і Pb^{2+} у поживному середовищі (кривих росту). На цій основі порівнюється фізіологічне значення Mn^{2+} і Pb^{2+} для рослин і формулюються такі висновки:

- мікроелементи в оптимальній кількості необхідні для росту і розвитку рослин;
- не всі мікроелементи (зокрема, важкі метали) в однаковій мірі потрібні рослинам;
- йони Mn^{2+} стимулюють ріст насіння кукурудзи порівняно з контролем;
- залежність між концентрацією Mn^{2+} в поживному розчині і приростом довжини корінців та пагонів кукурудзи є пряпропорційною;
- йони Pb^{2+} з концентрацією 1,25 ммоль/л сприяють росту насіння кукурудзи, однак із збільшенням їх концентрації у розчині ріст рослин інгібується (особливо це стосується коренів).

Висновки з даного дослідження: упровадження у навчальний процес методичних рекомендацій до компетентнісного вивчення майбутніми агрономами мікроелементів сприяє формуванню хімічної складової професійної компетенції "планування використання неорганічних сполук біогенних елементів у якості добрив та кормових добавок". У цьому контексті студенти набувають необхідних хімічних знань про мікроелементи, їх бажаний і небажаний екологічний вплив, оволодівають інтелектуальними й експериментальними вміннями та навичками, ціннісними орієнтаціями, особистим досвідом і якостями, пов'язаними з майбутньою професійною діяльністю.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо в розробці методики формування хімічної складової професійних компетенцій майбутніх агрономів у процесі вивчення ними пестицидів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Галуzeвий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма бакалавра напряму підготовки 6.090101 "Агрономія", кваліфікація 3212 "Технолог із агрономії". – К. : Офіц. вид. – 2011. – 214 с.
2. Хімія з основами біогеохімії: [навч. посібник для студ. спец. "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування"] / [Федишин Б. М., Заблоцька О. С., Дорохов В. І., Павлюк Г. В., Вовк М. В. ; за ред. Б. М.Федишина]. – Житомир : Вид-во ЖНАЕУ, 2010. – 536 с.
3. Основи біогеохімії. Загальні та прикладні питання : [конспект лекцій] / [Єгорова Т. М., Ісаєнко В. М., Дудар Т. В., Федорик С. М.]. – К. : НАУ, 2003. – 72 с.
4. Городній М. М. Агрохімія : [підручник] / М. М. Городній. – К. : Арістей, 2008. – 936 с.
5. Мітрянcова О. П. Теорія і практика інтегрованого навчання хімічних дисциплін студентів аграрного університету : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Мітрянcова Олена Петрівна. – Київ, 2009. – 542 с.

REFERENCES (TRANSLATED & TRANSLITERATED)

1. Galuzevyy standart vyshchoyi osvity Ukrainy. Osvitnyo-profesiyna programa pidgotovky bakalavra napryamu pidgotovky 6.090101 "Agronomiya", kvalifikatsiya 3212 "Tekhnolog z agronomiyi", [The Branch Standard of Higher Education of Ukraine. The Degree Programme of a Bachelor Preparation 6.090101 "Plants Care", Qualification 3212 "Plants Care Inspector"]. – K. : Ofits. vyd. – 2011. – 214 s.
2. Khimiya z osnovamy biogeokhimiyi [Chemistry with Bases of Biogeochemistry] : [navch. posibnyk dlya stud. spets. "Ekologiya, okhorona navkolysh. seredovyshcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannya"] / [Fedyshin B. M., Zablotska O. S., Dorokhov V. I., Pavlyuk G. V., Vovk M. V. ; za red. B. M. Fedyshina]. – Zhitomir : Vyd-vo ZNAEU, 2010. – 536 s.
3. Osnovy biogeokhimiyi. Zagalni ta prykladni pytannya [Bases of Biogeochemistry. General and Applied Problems] [konspekt lektsiy] / [Yegorova T. M., Isayenko V. M., Dudar T. V., Fedorik S. M.]. – K. : NAU, 2003. – 72 s.
4. Gorodniy M. M. Agrokhimiya [Agrochemistry] : [pidruchnyk] / M. M. Gorodniy. – K. : Aristey, 2008. – 936 s.
5. Mityrasova O. P. Teoriya i praktyka integrovanogo navchannya khimichnykh dystyplin studentiv agrarnogo universitetu [The Theory and Practice of the Integrated Process of teaching Agricultural University Students Chemistry-Based Subjects] : dys. ... d-ra ped. nauk : 13.00.02 / Mityrasova Olena Petrivna. – Kyiv, 2009. – 542 s.

Матеріал надійшов до редакції 30.01. 2014 р.

Заблоцкая О. С. Компетентностное изучение будущими агрономами микроэлементов и их влияния на растения.

В статье изложена методика формирования химической составляющей профессиональной компетенции "планирование использования неорганических соединений биогенных элементов в качестве удобрений и кормовых добавок" у студентов направления подготовки "Агрономия" при изучении темы "Биогенные элементы". Определено обобщенное содержание этих составляющих (начального предметного опыта, ценностных ориентаций, знаний, умений и личностных качеств будущих агрономов). Разработано компетентностное содержание лекции, самостоятельной работы и лабораторного занятия.

Ключевые слова: будущие агрономы, микроэлементы, влияние на растения, методика формирования химической составляющей профессиональной компетенции.

Zablotska O. S. The Competence Approach Application in Teaching Would-Be Agronomists Microelements and their Influence on Plants.

In the article the author suggests methods of developing the chemical component of students' professional competence called "planning of non-organic substances of biogenic elements as nutrients and forage additives" at "Agronomy" faculty while learning the topic "The Biogenic Elements". The generalized content of this component is defined (the primary subject experience, values, knowledge, skills and personal features of would-be agronomists). The competence content of a lecture, independent work and a laboratory lesson are elaborated. The questions to be discussed at the lecture are: microelements, their classification (according to their position in the periodical system, qualities, the index of the biological absorption and the biological significance) and the ways of their introduction into the biosphere; heavy metals and their effect on the environment (the desirable and undesirable ecological influence). The significance of microelements for physiological processes in plants, their use in the agricultural practice, namely of mangan (the participation in the processes of photosynthesis, nitrogen and nucleic exchanges; regulation of the quantity of the ferum absorption from the soil etc.), boron (the participation in carbohydrate, nucleic exchanges, photosynthesis, respiration of plants; the effect on the nitrogen and potassium absorption from the soil), cuprum (as one of 19 enzymes it takes part in the plants respiration, fixation of nitrogen, Fe, Ca and P assimilation), zinc (39 enzymes created by zinc are responsible for different biochemical processes; wild plants contain more of it than the cultivated ones), molybdenum (it is responsible for the fixation of nitrogen; it is an antagonist to aluminum; it is mostly used by leguminous plants), cobalt (it is necessary for the living of nitrogen-fixing bacteria; it is comprised into B₁₂ vitamin content) etc are studied. In the process of the laboratory lesson named "The Comparison of Roles Some Microelements Play in the Germination of Corn" students experimentally check the validity of their theoretical knowledge of the physiological significance of microelements for plants (namely of heavy metals).

Key words: would-be agronomists, microelements, influence on plants, methodology of forming the chemical constituent of the professional competence.