

вмінню бачити проблему з різних точок зору та усвідомлювати складність прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Проектна діяльність також відіграє важливу роль у формуванні громадянської відповідальності. Учні можуть досліджувати вплив катастрофи на різні сфери життя, створювати соціальні проекти або інфо-кампанії, спрямовані на підвищення обізнаності про екологічні проблеми та безпеку. Така діяльність сприяє формуванню громадянської позиції та відповідального ставлення до навколишнього середовища.

Інтерактивні методи дозволяють зробити навчальний процес більш особистісно значущим, адже учні не лише отримують знання, а й переживають події через власний досвід навчання. Це сприяє глибшому розумінню історичних процесів і формує усвідомлення важливості відповідальних рішень у суспільному житті.

Список літератури:

1. Урок про Чорнобиль: як об'єднати історію, емоції й сучасний погляд. URL : <https://osvitanova.com.ua/posts/6839-urok-pro-chornobyliak-obiednati-istoriiu-emotsii-i-suchasnyi-pohliad>.

УДК 581.1: 631.8+633.367

**ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ
РОСТУ РОСЛИН НА НАКОПИЧЕННЯ
РАДІОПРОТЕКТОРІВ У ЛИСТКАХ ЛЮПИНУ БІЛОГО
(*LUPINUS ALBUS* L.)**

Пида С. В.¹, Тригуба О. В.², Дзендзель А. Ю.¹

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія
ім. Тараса Шевченка

E-mail: pyda@chem-bio.com.ua, boratun1@ukr.net,
andrijdzendzel@gmail.com

Важливим радіопротектором рослинного походження є аскорбінова кислота (АК). Вона синтезується в листках і накопичення АК корелює з вуглеводним обміном, інтенсивністю росту й розвитку рослин та залежить від умов їх вирощування [2, 3]. Вона є основним компонентом хлоропластів та цитоплазми,

бере участь в їх захисті від вільних радикалів, H_2O_2 та окиснювального стресу [4], володіє окисно-відновними властивостями і є сильним відновником [5]. Адаптивні зміни вмісту АК розглядають як маркери стійкості рослин проти посухи, високих і низьких температур, радіації, важких металів (Pb, Cd, Ni) тощо [1, 3, 4].

Метою роботи було дослідження динаміки накопичення АК у листках люпину білого за впливу мікробних препаратів, регуляторів росту рослин (PPP) Стимпо і Регоплант та їх композицій.

Польові досліди закладали на ділянках Кременецького ботанічного саду на сірому лісовому ґрунті. Матеріалами дослідження слугували люпин білий (*Lupinus albus* L.) сортів Серпневий та Діета, ризобіфіт на основі *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штамів 367а (стандартний) та 5500/4 (Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, м. Чернігів) і композиційні поліфункціональні препарати біологічного походження Стимпо та Регоплант (ДП «Міжвідомчий науково-технічний центр «Агробіотех» НАН та МОН України»). Насіння люпину білого висівали широкорядним способом (міжряддя 45 см) на глибину 4-5 см. Сівбу проводили у другій-третьій декадах квітня. Норма висіву – 0,7 млн/га. У день сівби проводили інокуляцію ризобіфітом та обробку насіння PPP. Насіння перед сівбою зволожували водою із розрахунку 2 % від його маси (контроль) та PPP Регоплант (25 мл/л) і Стимпо (2,5 мл/л). Обробіток ґрунту та догляд за посівами проводили згідно загальноприйнятої агротехніки для зони Лісостепу. Схема польового досліджу: Контроль (без застосування препаратів); Ризобіфіт, штам 367а; Ризобіфіт, штам 5500/4; PPP Регоплант; PPP Стимпо; Ризобіфіт, штам 367а + PPP Регоплант; Ризобіфіт, штам 367а + PPP Стимпо; Ризобіфіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант; Ризобіфіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо. Повторність дослідів 4 разова, площа облікових ділянок 2 м². Розміщення ділянок рендомізоване. Вміст аскорбінової кислоти у листках середнього ярусу рослин визначали за допомогою реакції Тільманса у фазах стеблуння, бутонізації, цвітіння та зеленого бобу.

Встановлено, що сумісне використання ризобіфіту на

основі *Br. sp.* (*Lupinus*) штаму 5500/4 + PPP Стимпо в 1,8-1,9 рази підвищувало кількість АК у листках *L. albus* сортів Дієта і Серпневий у фазі стеблуння порівнюючи з контролем, 1,4 і 1,1 рази – у порівнянні з моноінокуляцією ризобіфітом, штаму 5500/4, 1,2 рази – з монообробкою PPP Стимпо (контроль $-17,7 \pm 0,2$ і $17,8 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини).

У фазі бутонізації вміст АК у листках рослин підвищився в усіх варіантах досліду порівнюючи з фазою стеблуння, але спостерігалася аналогічна закономірність. За використання композиції ризобіфіту, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4 з PPP Стимпо кількість АК у листках люпину білого була на 46,0 (сорт Дієта) і 68,7 % (сорт Серпневий) більшою порівнюючи з контролем ($33,9 \pm 0,6$ і $26,5 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини). Монообробки насіння сорту Дієта ризобіфітом, штаму 5500/4 і PPP Стимпо збільшували на 43,1 і 43,4 % порівняно з контролем вміст АК у листках рослин.

Виявлено наявність сортової чутливості люпину білого до дії PPP. У фазі бутонізації монообробка насіння сорту Серпневий ризобіфітом, штаму 367а і 5500/4, PPP Регоплант, а також його композицією з ризобіфітом, штаму 5500/4 сприяла накопиченню АК (в 1,6-1,7 рази більше порівнюючи з контролем). Максимальний вміст АК у листках виявлено під час цвітіння рослин. Обробка насіння люпину білого сорту Дієта PPP Стимпо, ризобіфітом, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4, а також композиціями PPP Стимпо з ризобіфітом, штаму 367а і 5500/4 збільшувала вміст у листках АК на 30,6-22,8 % (контроль – $42,5 \pm 0,6$ мг/100г сух. речовини). За передпосівної обробки насіння сорту Серпневий PPP Стимпо і Регоплант, ризобіфітом, штаму 5500/4 та його композицією з PPP Стимпо виявлено зростання показника на 17,9-19,0 % порівнюючи з контролем ($44,1 \pm 0,2$ мг/100г сух. речовини).

У фазі зеленого бобу рослин виявлено зниження вмісту АК у листах люпину білого, порівнюючи з фазою цвітіння. Найбільшу кількість АК у листках рослин сорту Дієта визначено за впливу композицій PPP Стимпо з ризобіфітом, штаму *Br. sp.* (*Lupinus*) 367а і 5500/4 (контроль – $26,0 \pm 0,3$ мг/100г сух. речовини), а у сорту Серпневий – PPP Регоплант і його композиції з ризобіфітом, штаму 367а, PPP Стимпо, а також його

композиції з ризобіфітом, штам 367a (контроль – $25,9 \pm 0,3$ мг/100г сух. речовини).

Встановлено, що обробка насіння люпину білого сортів Діста і Серпневий ризобіфітом, штам *Br. sp.* (*Lupinus*) 5500/4 та його композицією з РРР Стимпо суттєво впливала на накопичення АК у листках рослин. Монообробка насіння сорту Серпневий РРР Регоплант сприяє підвищенню вмісту АК в листках рослин у фазах бутонізації, цвітіння і зеленого бобу. Високий уміст АК у листках люпину білого за дії РРР і ризобіфіту підвищує захисні реакції організму рослини до негативних біоекологічних чинників. Отже, біологічні препарати впливають на накопичення радіопротекторів у листках та індукцію механізмів стійкості рослин люпину білого.

Список літератури:

1. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтьук І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
2. Більчук В., Розсихіна-Галича Г. Вміст аскорбінової кислоти і активність ферментів її метаболізму за дії іонів нікелю у проростках кукурудзи. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. № 60. С. 332–337.
3. Терек О., Джура Н., Величко О., Яворська Н. Вміст аскорбінової кислоти в органах рослин осоки шершавої, адаптованих до нафтового забруднення ґрунту. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2006. № 42. С. 133–137.
4. Гришко В. М., Демура Т. А. Динаміка вмісту метаболітів аскорбінової кислоти в проростках кукурудзи за сумісної дії кадмію і нікелю. *Фізіологія та біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 1. С. 75–82.
5. Тищенко Д. Накопичення аскорбінової кислоти в плодах представників роду *Cotoneaster* (Medic.) *Bauhin* (Rosaceae) за умов міста. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2009. № 27. С. 148–149.