

УДК 621.3-332

ТЕХНОЛОГІЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАНОПРЕПАРАТІВ У АДАПТИВНОМУ РОСЛИННИЦТВІ

Таран Н.Ю.¹, Бацманова Л.М.¹, Лопатько К.Г.², Каленська С.М.²

1 Київський національний університет імені Тараса Шевченка

*2 Національний університет біоресурсів та раціонального природокористування
e-mail: l.batsmanova@gmail.com*

Надійшла до редакції 08.09.2011

Представлена екологічно безпечна технологія застосування неіонного колоїдного розчину наночасток металів при вирощуванні озимої пшениці. Запропоновані технологічні заходи сприяють підвищенню врожайності на 20-25% та збереженню чистоти ґрунту в межах концепції раціонального природокористування. Резюме мовою основного тексту статті.

Ключові слова: наночастки металів, озима пшениця, передпосівна обробка, вегетаційна обробка, врожайність.

Дослідженнями, проведеними як у нашій країні, так і за кордоном, встановлено, що при кореновому живленні рослини поглинають з ґрунтового розчину велику кількість елементів (більше 70). На практиці найчастіше рослини забезпечуються трьома основними макроелементами (N, P і K) і недооцінюється важливість своєчасного внесення мікродобрив через їхню відсутність, дорожнечу, невідпрацьованість доз і співвідношень. Нині, коли різко знизилися обсяги внесення органічних і мінеральних добрив, фосфоритування і вапнування, недостатня увага приділяється бобовим та іншим сидеральним культурам, особливо помітно відбувається падіння родючості ґрунтів, їх гумусування, а, отже, забезпеченість рослин доступними формами макро- і мікроелементів. Нестача мікроелементів призводить не тільки до зниження врожаю, викликає ряд хвороб у рослин, а іноді і їх загибель, але і знижує якість їжі людини і тварин. Мікроелементи є активними центрами ферментів, поліпшують обмін речовин в рослинних. Тому проблема постачання рослинам мікроелементів має загальнобіологічне значення.

На практиці нерідкі випадки низької окупності внесених добрив, що обумовлюється низкою причин, однією з яких є нестача мікроелементів у живленні рослин. Найбільша ефективність впливу мікроелементів відзначається при достатній забезпеченості рослин основними елементами мінерального живлення - азотом, фосфором і калієм. З підйомом врожайності і підвищенням виносу поживних речовин рослинами з ґрунту, зростає роль мікроелементів в системі живлення рослин. Оптимізація режиму живлення рослин мікроелементами ускладнюється, з одного боку, дефіцитом рухомих форм мікроелементів в деяких ґрунтах, з іншого - зниженням біологічної активності

мікроелементів в результаті тривалого використання підвищених доз концентрованих безбаластних добрив. Все більше накопичується даних, що вказують на антагонізм між окремими макро- і мікроелементами: внесення високих норм фосфорних добрив знижує доступність рослинам цинку, калійних та кальцієвих - бору, азотних - міді і молібдену. Фонд доступних для рослин сполук мікроелементів при цьому скорочується, і вони стають дефіцитними навіть на ґрунтах, віднесених до добре забезпечених.

Традиційно в Україні і у світі проблему збагачення добрив для рослин, кормів для тварин життєво необхідними мікроелементами вирішують за рахунок солей важких металів і хелатних сполук, що за своїм складом і властивостями мало відповідають біологічним потребам рослин і тварин, і лише в незначній мірі засвоюються останніми. В результаті здійснюється накопичення солей важких металів у доквіллі, погіршується його екологічний стан, знижується якість отримуваних продуктів харчування.

Тому для нашої країни є актуальним випуск широкого асортименту мікродобрив зі збалансованим вмістом елементів і застосування їх в процесі виробництва екологічно чистого продукту з високим вмістом поживних компонентів. Одним із способів вирішення цієї проблеми може бути застосування нанопрепаратів у рослинництві для отримання екологічно безпечної та поживної продукції.

Нині нанотехнології є стратегічним напрямком економічного розвитку провідних країн світу про що свідчать обсяги фінансування даної галузі індустрії. За прогнозами Національної Ініціативи в галузі нанотехнології США (National Nanotechnology Initiative), розвиток нанотехнологій через 10-15 років дозволить створити нову галузь економіки з обігом у 15 млрд. доларів і близько 2 млн. робочих місць.

У рослинництві застосування нанопрепаратів, в якості мікродобрив, забезпечує підвищення стійкості до несприятливих кліматичних умов і збільшення врожайності (в середньому в 1,5-2 рази) майже усіх продовольчих (картопля, зернові, овочеві і плодово-ягідні) і технічних (бавовник, льон) культур [2]. Біологічно активні наночастки заліза можуть підвищити врожайність деяких зернових культур від 10 до 40% [6]. Очікується також позитивний вплив наноматеріалу на продуктивність фотосинтезу [1]. Нанотехнології застосовуються після збирання врожаю соняшнику, тютюну і картоплі, для зберігання яблук [7].

Нанопрепарати мають низку переваг порівняно з традиційними розчинами: не розшаровуються під впливом тепла і світла, приготування робочий розчин може зберігатися не години або дні, а роки, залишаючись при цьому активним. Проте найголовніше - нанопрепарати забезпечують повне змочування поверхні рослин, повністю всмоктуються рослинами, не змиваються дощем. Виробники не приховують, що наноемульсії недешеві, але у результаті вони дають набагато більший ефект. Наприклад, обробка озимої пшениці препаратом "Титул Дуо, КРР" може забезпечити до 400% рентабельності і додатковий урожай до 17 центнерів з гектара [1].

Нанотехнології в сільському господарстві передбачають використання для підживлення та захисту рослин препаратів новітнього покоління. Широкого застосування для підвищення продуктивності й стійкості до абіотичних і біотичних факторів середовища набувають нанодисперсні порошки і колоїдні розчини біогенних металів. Механізми активуючої та захисної дії наноматеріалів в кожному конкретному випадку можуть бути різними і вимагають спеціального вивчення.

Теоретичний аналіз, дослідження і відбір інтегральних процесів та біохімічних маркерів дозволили нам сформулювати комплексну систему об'єктивної оцінки фізіологічного стану рослин при випробуванні наноструктурованих матеріалів для адаптивного рослинництва. Дана інформаційно-вимірвальна система передбачає визначення таких інтегральних характеристик фізіологічного стану рослин, як первинної та загальної стійкості за відносними показниками росту, фотосинтетичної продуктивності рослин та агроценозу, оцінювати стресовий стан рослин за первинною неспецифічною реакцією оксидного вибуху при порушенні окисно-відновного гомеостазу клітин та дозволяє визначити ефективну концентрацію, дозу та спосіб використання нанопрепарату.

Використання наночасток металів у системі підживлення може виступати додатковим чинником оптимізації росту і розвитку рослин, а також мікрофлори ґрунту. Ці процеси є найбільш дискусійними у міжнародній науковій спільноті, оскільки нанопрепарати отримані різними методом,

що й визначає їхні фізичні, хімічні властивості, токсичність та доступність для рослин. Окрім того досліджуються різні дози, термін впливу та способи внесення нанопрепаратів без урахування ґрунтово-кліматичних умов агроценозів. Узагальнюючи власні дослідження та наявну в літературі інформацію, картину процесу поглинання та транслокації наночасток нині можна представити наступним чином (рис.1). Проникність наночасток у тканини кореня і подальше їхнє транспортування по рослині залежить від виду наночастки. На кореневих волосках адсорбуються – наночастки цинку, алюмінію, вуглецеві фулерени. На поверхні екзодерми адсорбуються і далі не транспортуються – багатостінні вуглецеві нанотрубки, всі інші наночастки проходять крізь екзодерму в мезодерму. В мезодермі (корі) акумулюються наночастки церію, алюмінію (хоча іони алюмінію доходять до ксилеми), срібла (іони срібла потрапляють до ксилеми), міді (іони міді потрапляють до ксилеми), титану, одностінні вуглецеві нанотрубки. На рівні ендодерми залишаються наночастки цинку (іони цинку потрапляють до ксилеми). Через ендодерму проходять і акумулюються у камбію наночастки заліза. До ксилеми безперешкодно доходять вуглецеві фулерени, наночастки нікелю.

Отже, процеси поглинання і особливо транслокація для більшості наночасток не з'ясовані через малу кількість досліджень. Зрозуміло, лише, що окремі наночастки здатні до активної адсорбції на поверхні кореня, інші здатні до радіального та дальнього транспорту. Ці дані необхідно враховувати для адресної доставки рослинам необхідних компонентів та на їхній основі формувати фізіологічно обґрунтовані та екологічно безпечні агрозаходи використання наноструктурованих препаратів.

Окрім того, винятково важливе значення в розробці технології нами було приділено підбору екологічно безпечного способу отримання самих нанопрепаратів. Найбільш рентабельними, екологічними та ефективними методами отримання наночастинок є фізичні методи. Фізичними способами одержання наночасток металів володіє лише незначна частина компаній-виробників наноматеріалів, розташованих, в основному, в США, Великобританії, Німеччині, Росії, Україні.

При цьому Україна, завдяки відкриттю нового фізичного явища і розробці на його основі цілої групи нанотехнологій (ерозійно-вибухових нанотехнологій отримання наноматеріалів), має шанс увійти в світову групу провідних виробників наноматеріалів в цілому. [4].

До фізичних методів отримання наночасток належить, зокрема, електроіскровий метод.

Наночастинки, які отримуються, завдяки цьому методу, мають унікальні фізико-хімічні властивості. Основою процесу отримання наночастинок є електроіскрова обробка гранул заліза, марганцю, міді, цинку та інших металів. Головними компонентами, на

набагато менша токсичності їх солей: міді – в 7 раз, цинку – 30 разів, заліза – 40 раз. Маючи надзвичайно високу активність і розміри, що відповідають розмірам живих клітин, біогенні метали більш ефективно і безпечно сприймаються рослинами в якості мікродобрив. В результаті значно зменшуються норми внесення життєво необхідних мікроелементів та знижується ризик можливих негативних наслідків для довкілля від передозування добрив.

Випробування новітніх видів мікродобрив у вигляді водних розчинів колоїдних наночастинок металів проводилось нами з урахування фізіологічних, біохімічних та екологічних складових технологій адаптивного рослинництва. Схема досліджень передбачала обробку насіння сумішшю наночастинок металів (Fe, Mn, Zn, Mo, Co, Cu, Ag), та вирощування рослин за різних варіантів (доз) мінерального підживлення.

Передпосівна обробка насіння наночастинами металів достовірно сприяла збільшенню врожаю пшениці у комплексі із застосуванням мінеральних добрив. Показники врожайності рослин, що вирости із обробленого наночастинами металів насіння у варіанті N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀, зросли майже вдвічі (88%) порівняно з контролем та на 28% відносно варіанту лише із внесенням мінеральних добрив (рис.2).

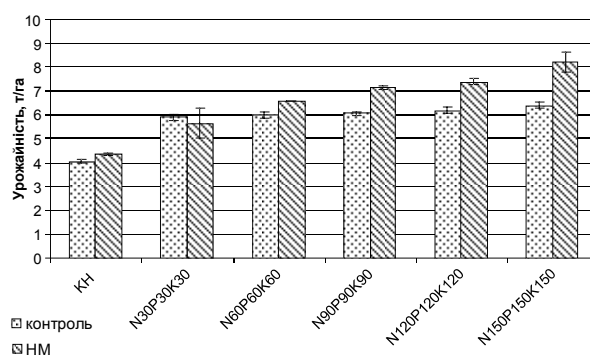


Рис. 2. Вплив наночастинок металів та різних доз мінерального живлення на урожайність пшениці озимої, т/га

Застосування колоїдного розчину наночастинок для передпосівної обробки насіння пшениці озимої оптимізує процеси росту й розвитку, починаючи від проростання насіння, сприяє збільшенню вегетативної маси рослини восени, що є запорукою успішної зимівлі посівів. Активізація ростових процесів спостерігалась на всіх етапах розвитку рослин, особливо у варіантах з поєднанням добрив з наночастинами, що свідчить про здатність наночастинок оптимізувати використання добрив рослинами, зумовлену активізацією метаболічних процесів загалом.

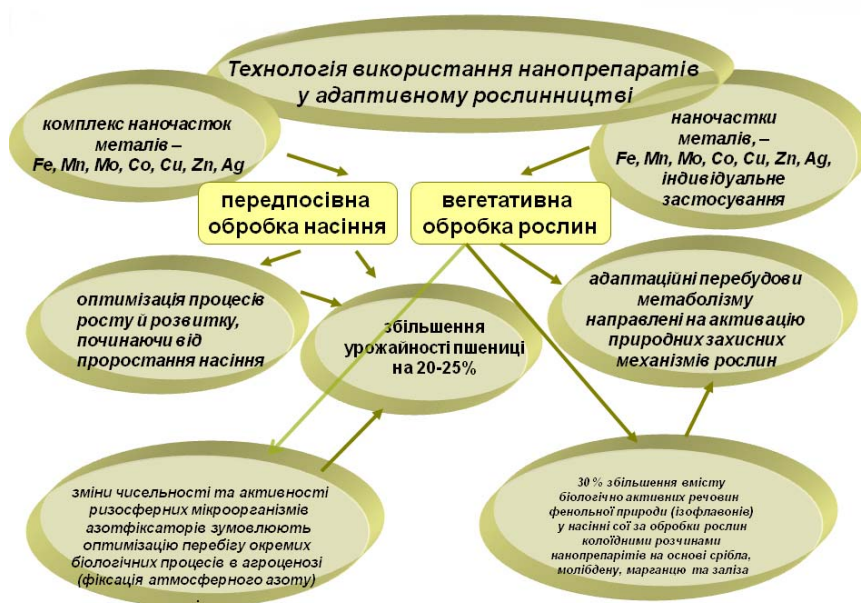


Рис. 3. Схема використання нанопрепаратів.

За інтегральними маркерами фізіологічного стану рослин визначено, що вегетаційна обробка рослин пшениці препаратом колоїдних розчинів наночастинок металів мобілізує систему антиоксидантного захисту рослинного організму, сприяє підвищенню фотосинтетичної продуктивності, що визначає її ефективність для формування адаптаційних процесів рослин впродовж онтогенезу.

ВИСНОВКИ

Підсумуючи проведені технологічні випробування нанопрепаратів, ми можемо рекомендувати для практичного застосування як екологічно безпечну технологію передпосівної обробки насіння наночастинами металів.

За вегетаційної обробки надземної частини відбувається потрапляння наночастинок у ґрунт та активуються ґрунтові мікроорганізми, що не завжди є

позитивним. Для рослин здатних до утворення мікоризи (як у нашому випадку пшениця) ми спостерігали позитивний ефект. Для інших культур необхідно підбирати свої екологічно обґрунтовані технології враховуючи дозу та пролонгованість дії нанопрепаратів.

Роботу виконано за фінансової підтримки Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України (за договором № ДЗ/ 493-2011 від 29 вересня 2011 р.)

Література

1. Бовсуновський А.М., Вялый С.О., Каплуненко В.Г., Косинов Н.В. Нанотехнология как движущая сила аграрной революции //Зерно.- 2008.- № 11(31).- С.80-83.
2. Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г., Каленська С.М., Тонха О.Л. «Спосіб отримання неіонного колоїдного розчину металів».- Патент на винахід №38459 від 12.01.2009//Бюл. -2009.-№1.
3. Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г., Зауличный Я.В., Карпец М.В. Получение и применение наночастиц, содержащих медь и серебро.- 2010.- 233-243//www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Teke/2010/10ekgmis.pdf
4. Национальные инновационные программы в области развития наноиндустрии за рубежом. Аналитический обзор//NanoWeek.-2010.-127 с.
5. McKnight T.E., Melechko A.V., Griffin G.D., Guillorn M.A., Merkulov V.I., Serna F., Hensley D.K., Doktycz M.J., Lowndes D.H., Simpson M.L. Intracellular integration of synthetic Nanostructures with viable cells for controlled biochemical manipulation // Nanotechnology. – 2003. – Vol. 14. – P. 551-556.
6. Racuciu M, Creanga D. Cytogenetic changes induced by beta-cyclodextrin coated Nanoparticles in plant seeds. // Romanian J. Phys.- 2009.- V.54.- P. 125–131.
7. Sozer, N.; Kokini, J.L. Nanotechnology and its applications in the food sector. //Trends Biotechnol. – 2009.- Vol. 27.- P. 82–89.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОПРЕПАРАТОВ В АДАПТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Таран Н.Ю., Бацманова Л.М., Лопатько К.Г., Каленская С.М.

Представлена экологически безопасная технология применения неионного коллоидного раствора наночастиц металлов при выращивании озимой пшеницы. Предлагаемые технологические мероприятия способствуют повышению урожайности на 20-25% и сохранению чистоты почвы в рамках концепции рационального природопользования

Ключевые слова: наночастицы металлов, озимая пшеница, предпосевная обработка, вегетационная обработка, урожайность.

TECHNOLOGY OF ECOLOGICALY SAFE USING OF NANOPREPARATION IN ADAPTIVE CROP CULTIVATION

Taran N.Yu., Batsmanova L.M., Lopatko K.G., Kalenska S.M.

Ecologically safe technology of application of non-ionic colloid solution of metals nanoparticles for winter wheat cultivation is presented. The proposed technological activities contribute to higher yields of 20-25% and preservation of the soil within the concept of rational resources using.

Key words: nanoparticles of metals, winter wheat, presowing treatment, vegetation treatment, yield.