



ВПЛИВ НЕІОННОГО КОЛОЇДНОГО РОЗЧИНУ НАНОЧАСТОК БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ НА ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАЛІВ У РОСЛИННИХ ТКАНИНАХ

Таран Н.Ю.¹, Бацманова Л.М.¹, Лопатько К.Г.², Мелешко А.О.¹, Конотоп Є.О.¹

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка

² Національний університет біоресурсів і природокористування України
e-mail: l.batsmanova@gmail.com

Надійшла до редакції 10.09.2011

На атомно-абсорбційному спектрометрі визначено вміст елементів металів у рослинних тканинах за дії неіонного колоїдного розчину наночастинок металів (Fe, Mn, Cu, Zn) за умов передпосівної обробки насіння і позакореневої обробки 10-добових проростків пшениці. Показано, що наночастки металів завдяки своїм фізичним властивостям (нанорозмір та електронейтральність) здатні до швидкого проникнення в рослинні клітини та оптимізації метаболічних процесів на ранніх етапах росту та розвитку рослин.

Ключові слова: наночастки металів, пшениця, позакоренева обробка, передпосівна обробка.

ВСТУП

Нині наноматеріали і нанотехнології знаходять застосування практично в усіх галузях сільського господарства. На думку вчених, застосування нанотехнологій в сільському господарстві (при вирощуванні зерна, овочів, рослин і тварин) і на харчових виробництвах (при переробці і пакуванні) приведе до народження абсолютно нового класу харчових продуктів - "нанопродуктів", які з часом витіснять з ринку генномодифіковані продукти. [5].

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 [3]. Біологічно активні наночастки заліза можуть підвищити врожайність деяких зернових культур від 10 до 40% [8]. Очікується також позитивний вплив наноматеріалів на продуктивність фотосинтезу [1]. Нанотехнології застосовуються після збирання врожаю соняшнику, тютюну і картоплі, для зберігання яблук [9].

Нанопрепарати мають низку переваг порівняно з традиційними розчинами: не розшаровуються під впливом тепла і світла, приготовлений робочий розчин може зберігатися не години або дні, а роки, залишаючись при цьому активним. Проте найголовніше - нанопродукти 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].

Перспективним напрямком використання нанопрепаратів вважається їхнє застосування у дуже низьких концентраціях з метою отримання екологічно чистої продукції. Наночастки, завдяки своєму малому розміру, що обчислюється в нанометрах, легко проникають в клітини тварин і людини, трохи важче - в клітини рослин, унаслідок наявності целюлозної клітинної стінки. Не так давно вчені поставили ще одне питання: чи можуть наночастки проникати у насіння рослин, оболонка яких ще товща? В науковій літературі є повідомлення про здатність багатостінних вуглецевих нанотрубок проникати крізь оболонку насіння томатів [6]. Особливості проникнення і транслокації у рослинних тканинах наночастинок металів нині на стадії вивчення і отримані данні найчастіше суперечливі.

Метою нашої роботи було з'ясувати вміст елементів металів у рослинних тканинах за передпосівної обробки насіння та позакореневої обробки надземної частини проростків озимої пшениці неіонним колоїдним розчином наночастинок металів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Рослини пшениці сорту Київська 8 вирощувались в умовах піщаної культури з моделюванням способів використання препаратів у промислових умовах агропромисловості. Одна частина проростків вирощувалась за умов передпосівної обробки насіння колоїдним розчином суміші наночастинок металів (Fe, Mn, Cu, Zn). Насіння намочувалося на добу у розчині наночастинок металів у концентрації 120 мг/л. Інша модель відтворювала позакореневий спосіб внесення препарату. Для цього – спочатку вирощувалися 10-добові проростки і обприскувалися водним розчином суміші наночастинок металів. Обробляли за такою ж схемою насіння і проростки розчинами окремих наночастинок металів Fe, Mn, Cu, Zn. Колоїдний розчин наночастинок металів, використаний у дослідженнях, розроблений кафедрою технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України, отримані диспергуванням гранул заліза, міді, марганцю, цинку імпульсами електричного струму з амплітудою 100-2000 А у воді [3]. Один контрольний варіант - насіння намочували на добу у дистильованій воді, інший – надземну частину проростків обприскували водою. Визначався вміст металів у коренях і надземній частині 10-добових проростків пшениці на атомно-абсорбційному спектрометрі, обладнаному ацетиленовим пальником і комплектом спектральних ламп згідно методики [4]. Математичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу. Достовірність різниці між варіантами оцінювали за критерієм Стюдента при рівні значущості $P < 0,05$ [2].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як показують результати наших досліджень за обробки насіння окремими елементами наночастинок металів різні елементи розподіляються по-різному у тканинах коренів та надземної частини проростків (рис. 1.).

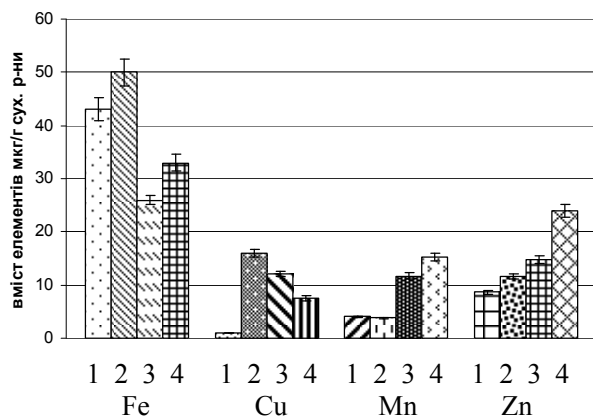


Рис. 1. Вміст елементів металів у тканинах проростків пшениці за дії наночастинок відповідних металів: 1-контроль корені; 2 – дослід корені; 3- контроль листки; 4-дослід листки.

Так, за обробки насіння наночастками заліза, його вміст збільшується у тканинах коренів та у фотосинтетичних тканинах проростків на 16% та 26% відповідно. Аналогічна картина спостерігається з накопиченням цинку - у коренях його вміст збільшувався на 34%, листках – 61%. За обробки наночастками міді вміст міді збільшується у коренях (на 94%), а у листках зменшується (на 38%). Вміст марганцю збільшувався у листках дослідних варіантів (на 30%), а у коренях залишався на рівні контрольних варіантів.

Отже, отримані результати вказують на здатність наночастинок металів проникати крізь оболонку насінини. Розподіл елементів по тканинах рослин визначається їхньою здатністю до проникнення та особливостями транспортування по рослині.

Нині широкого розповсюдження у рослинництві набувають фоліари, водні розчини солей мікроелементів, які використовуються для позакореневого підживлення. Проникність цих мікродобрив через кутикулу листка лімітується електрохімічним потенціалом та неповною розчинністю солей. Використання елементів менших розмірів та електронейтральних, зокрема наночастинок металів, дозволить підвищити ефективність мікродобрив. Ми дослідили як спосіб обробки наночастками металів (передпосівна і обприскування надземної частини) впливає на накопичення металів у коренях та надземній частині (рис. 2, 3, 4, 5).

За обробки насіння сумішшю наночастинок металів з наступним визначенням вмісту окремих металів у надземній частині і коренях ми з'ясували, що вміст заліза зменшувався як у коренях (44%), так і у надземній частині (27%), вміст міді зменшувався у коренях (17,5%), а у надземній частині збільшувався на 12,5%, вміст марганцю зростав як у коренях (25%), так і надземній частині (84%), вміст цинку зменшувався у коренях (66%), - зростав у надземній частині (42%).

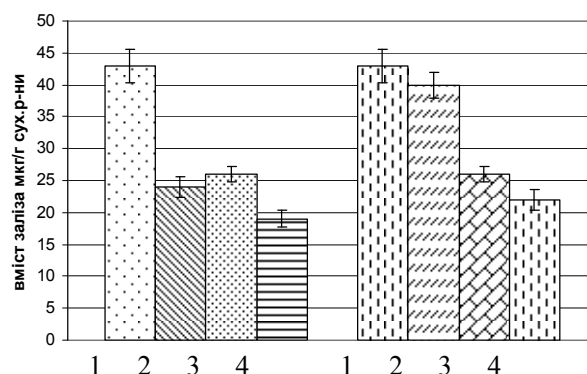


Рис. 2. Вміст заліза у тканинах проростків пшениці при обробці сумішшю наночастинок металів насіння (а) та вегетативної маси (б): 1-контроль корені; 2 – дослід корені; 3- контроль листки; 4-дослід листки.

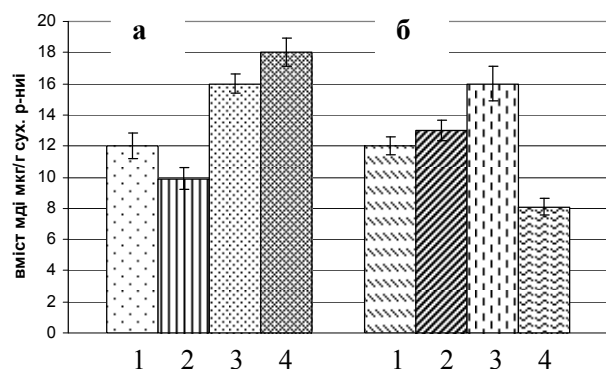


Рис. 3. Вміст міді у тканинах проростків пшениці при обробці сумішшю наночастинок металів насіння (а) та вегетативної маси (б): 1-контроль корені; 2 – дослід корені; 3- контроль листки; 4-дослід листки.

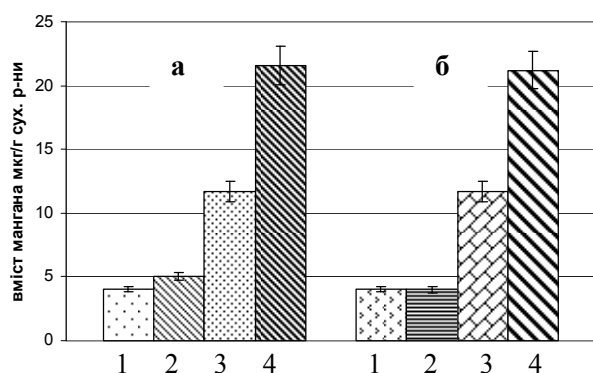


Рис. 4. Вміст мангану у тканинах проростків пшениці при обробці сумішшю наночастинок металів насіння (а) та вегетативної маси (б): 1-контроль корені; 2 – дослід корені; 3- контроль листки; 4-дослід листки.

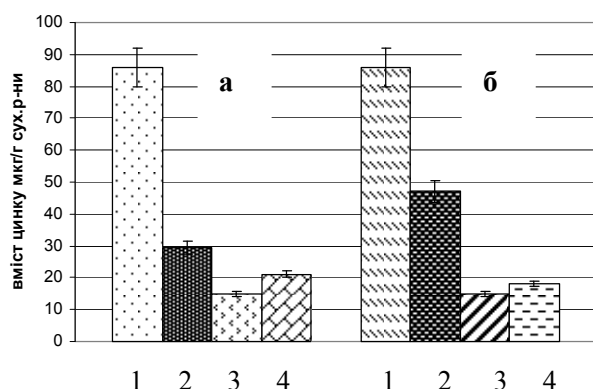


Рис. 5. Вміст цинку у тканинах проростків пшениці при обробці сумішшю наночастинок металів насіння (а) та вегетативної маси (б): 1-контроль корені; 2 – дослід корені; 3- контроль листки; 4-дослід листки.

За обприскування надземної частини сумішшю наночастинок металів вміст заліза, міді та мангану у коренях залишався на рівні контрольних варіантів, а у надземній частині кількість заліза зменшувалася на 15%, міді на 49%, мангану зростала на 81%. Вміст

цинку у коренях зменшувався на 45%, а у надземній частині зростає (23%).

ВИСНОВКИ

Отже, за обробки надземної частини нанопрепаратами проникнення наночастинок металів відбувається через епідерміс, продихи. Наночастки металів швидше транспортуються по рослині, включаються у метаболічні процеси. Ефект їхньої дії можна спостерігати вже через 2 години після використання, тоді як дія звичайних фоліарів виявляється через 6-8 годин. Коливання вмісту окремих елементів металів у тканинах рослин, можливо, пов'язане з метаболічною регуляцією гомеостазу на рівні клітини, тобто зі здатністю наночастинок до оптимізації метаболічних процесів, а вміст елементів зростає у тих тканинах де їхня активність необхідна, оскільки досліджувані елементи входять до складу органічних молекул, зокрема ферментів. Отримані результати вказують на те, що елементи металів не накопичуються у рослинних тканинах, що є необхідним екологічно позитивним фактором для продуктів рослинництва.

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., Каптуренко В.Г., Косинов Н.В. Нанотехнология как движущая сила аграрной революции //Зерно.- 2008.- № 11(31).- С.80-83.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985.- 350 с.
3. 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.
4. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry.- 1982.- Perkin-Elmer, Norwalk. - P. 138-144.
5. Chau C.F. The development of regulations for food nanotechnology. //Trends Food Sci. Technol.- 2007.- V.18.- P. 269-280.
6. Khodakovskaya M., Dervishi E., Mahmood M., Xu Y., Li Z., Watanabe F., Biris A. Carbon Nanotubes are able to penetrate plant seed coat and dramatically affect seed germination and plant growth // ACS Nano.- 2009.- №3.- P. 3221-3227.
7. Lin D., Xing B. Phytotoxicity: of Nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. // Environ. Pollut. -2007.- V.150.- P. 243-250.
8. Racuiu M, Creanga D. Cytogenetic changes induced by beta-cyclodextrin coated Nanoparticles in plant seeds. // Romanian J. Phys.- 2009.- V.54.- P. 125-131.
9. Sozer, N.; Kokini, J.L. Nanotechnology and its applications in the food sector. //Trends Biotechnol. – 2009.- V. 27.- P. 82-89.

ВЛИЯНИЕ НЕИОННОГО КОЛЛОИДНОГО РАСТВОРА НАНОЧАСТИЦ БИОГЕННЫХ МЕТАЛЛОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ

Таран Н.Ю., Бацманова Л.М., Лопатко К.Г., Мелешко А.А., Конотоп Е.А.

На атомно-абсорбционном спектрометре определено содержание элементов металлов в растительных тканях при воздействии неионного коллоидного раствора наночастиц металлов (Fe, Mn, Cu, Zn) в условиях предпосевной обработки семян и внекорневой обработки 10-дневных проростков пшеницы. Показано, что наночастицы металлов благодаря своим физическим свойствам (наноразмеры и электронейтральность) способны к быстрому проникновению в растительные клетки и оптимизации метаболических процессов на ранних этапах роста и развития растений.

Ключові слова: наночастицы металлов, пшеница, внекорневая обработка, предпосевная обработка.

INFLUENCE OF NON-IONIC COLLOID SOLUTION OF NANOPARTICLES OF BIOGENIC METALS ON METAL CONTENT IN PLANTS TISSUES

Taran N. Yu., Batsmanova L.M., Lopatko K.G., Meleshko A.O., Konotop Ye.O.

Contents of metals in plant tissues under foliar treatment of 10-day-old wheat seedlings and presowing treatment of seeds by non-ionic colloid solution of metals nanoparticles (Fe, Mn, Cu, Zn) were determined by atomic absorption spectrometer. It has been shown that metal nanoparticles due to their physical properties (size and electroneutrality) capable to penetrate rapidly into the plant cell and help to optimize metabolic processes at the early stages of plants growth and development.

Key words: metals nanoparticles, wheat, foliar treatment, presowing treatment.
