



Сторінка молодого вченого

УДК 631.813-022.532:635.5

© 2017

М.В. Савчук

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

** Науковий керівник —
доктор біологічних наук
М.Ф. Стародуб*

ОЦІНКА ФІТОТОКСИЧНОСТІ Nb-ВМІСНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ САПОНІТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КРЕС-САЛАТУ (*LEPIDIUM SATIVUM* L.)*

Мета. Дослідити фітотоксичність Nb-вмісних наноконпозитів на основі сапонітів на прикладі тест-культури крес-салат (*Lepidium sativum* L.). **Методи.** Методи сканувальної електронної мікроскопії, визначення фітотоксичності на тест-рослинах, статистичні. **Результати.** У роботі показано безпечність використання Nb-вмісних наноконпозитів, на відміну від наночастинок Nb₂O₅ на прикладі тест-культури *Lepidium sativum* L. **Висновки.** Під час дії наноконпозитів на основі сапонітів на енергію проростання, схожість і ростові показники тест-культури *Lepidium sativum* L. пригнічувального впливу не виявлено, що свідчить про безпечність цих наноматеріалів. Біотестування Nb-вмісних наночастинок свідчить про пригнічення ростових показників тест-культури.

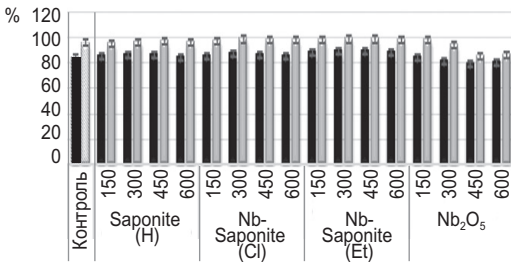
Ключові слова: наноконпозити, крес-салат, схожість, біотест, сапоніти.

Нанотехнологія є відносно молодого галузю науки, яка стрімко ввійшла в наше життя і дуже інтенсивно розвивається. Наноматеріали привертають велику увагу завдяки комплексу їх особливих властивостей, зокрема, зважаючи на велику питому площу поверхні та високу реакційну активність [1–3]. Нині наноматеріали і нанотехнології знаходять застосування практично в усіх галузях сільського господарства. На думку вчених, застосування наноматеріалів у сільському господарстві дасть змогу поліпшити посівні якості, ростові показники, врожайність сільськогосподарських культур [4]. Створення

наноудобрив і нанопестицидів із науково обґрунтованим використанням є актуальним напрямом досліджень. Проте специфічні фізико-хімічні властивості наноматеріалів, порівняно зі звичайними мікрочастинками можуть нести несподівані ризики для екосистеми [5]. Отже, дослідження новостворених наноматеріалів нині є дуже актуальним завданням.

Мета досліджень — дослідити фітотоксичність Nb-вмісних наноконпозитів на основі сапонітів на прикладі тест-культури крес-салат (*Lepidium sativum* L.).

Матеріали та методи. Досліджено вплив



Вплив наноматеріалів на енергію проростання та схожість насіння крес-салату: ■ — енергія проростання насіння; ■ — схожість насіння

ряду новосинтезованих Nb-вмісних нанокомпозитів на основі сапонітів, а саме: Saponite(H); Nb-Saponite(Cl) і Nb-Saponite(Et) та наночастинок Nb₂O₅ на фітотоксичність щодо крес-салату *Lepidium sativum* L., що був біотестом. Новостворені наноматеріали надано в рамках НАТО проекту № NUKR.SFP 984481 Науково-дослідним інститутом молекулярних технологій (м. Мілан, Італія) [6, 7].

Мікроструктуру нанокомпозитів вивчали методом сканувальної електронної мікроскопії (SEM) за допомогою Лео 1550 Gemini SEM, за напруги 10–20 кВ і стандартного значення діафрагми 30 мкм.

Зразки Saponite(H) мали дещо трикутну форму, що відображає тетрагональну структуру їх будови. За умов розчинення вони агломерували у більші просторові форми, але залишилися пористими, з розміром пор на рівні 100 нм, що свідчить про велику площу їх активної поверхні. Зразки Nb-Saponite(Et) — трикутної форми, товщина — 20–30 нм. Нанокомпозити Nb-Saponite(Cl) мали розміри понад 30 нм, але як і попередні, агломерували з утворенням окремих лусочок. Наночастинки Nb₂O₅ — сферичні, багатогранні, з середнім розміром зерен 20–30 нм.

Фітотоксичне випробування засноване на здатності проростання насіння салату з різної концентрації нанопрепаратів. Для проведення дослідження на фільтрувальний папір у чашках Петрі поміщали по 40 насінин крес-салату. Фільтрувальний папір зволожували: у контрольному варіанті — дистильованою водою, у дослідних пробах — водними розчинами наноматеріалів у концентраціях 150–600 мг/л. Інкубацію, яка тривала 7 діб, здійснювали у контрольованих умовах щодо світла і температури. Після

завершення експерименту підраховували відсоток пророслого насіння та довжину проростків. Результати обробляли методом статистичного аналізу [8–10].

Результати та їх обговорення. Дослідження впливу наноматеріалів на енергію проростання та схожість насіння крес-салату свідчить, що новосинтезовані нанокомпозити не виявляли інгібувального ефекту до енергії проростання та схожості насіння, а навпаки, поліпшували ці показники. Розчини наночастинок Nb₂O₅, починаючи з концентрації 300 мг/л, виявляли фітотоксичний ефект. За використання розчину наночастинок у концентраціях 300, 450 та 600 мг/л порівняно з контролем енергія проростання зменшилася на 3, 5 і 4% відповідно, а схожість — на 2, 10 і 4% відповідно (рисунок).

Як і в попередньому досліді, результати впливу наноматеріалів на морфометричні показники розвитку крес-салату (*Lepidium sativum* L.) також свідчать, що за їх дії в концентраціях 150–600 мг/л негативного впливу не виявлено, а навпаки, зазначені вище показники поліпшилися. Водночас під час вивчення впливу наночастинок Nb₂O₅ було зафіксовано пригнічення розвитку кореня і стебла крес-салату. Максимальну пригнічувальну дію виявлено при використанні розчину наночастинок

Вплив наноматеріалів на ростові процеси крес-салату

Варіант	Концентрація у водному середовищі, мг/л	Довжина (7 діб), см	
		кореня	стебла
Контроль	—	2,9±0,16	2,6±0,08
Нанокомпозит: Saponite(H)	150	3,2±0,08	3,0±0,03
	300	3,3±0,21	3,0±0,06
	450	3,2±0,13	2,9±0,12
	600	3,2±0,32	2,7±0,06
Nb-Saponite(Cl)	150	2,8±0,15	3,2±0,12
	300	3,5±0,13	2,7±0,03
	450	3,0±0,23	2,8±0,05
	600	3,4±0,16	2,9±0,11
Nb-Saponite(Et)	150	3,1±0,09	3,8±0,15
	300	3,8±0,17	3,3±0,23
	450	3,6±0,23	3,5±0,05
	600	3,4±0,14	3,8±0,06
Наночастинка Nb ₂ O ₅	150	2,7±0,09	2,3±0,04
	300	2,87±0,21	2,3±0,11
Nb ₂ O ₅	450	2,65±0,16	2,1±0,09
	600	2,66±0,23	2,1±0,21

у концентрації 450 мг/л. Порівняно з контролем показники довжини кореня та стебла зменшилися на 8,6 і 19,23% відповідно (таблиця).

Біотестування на насінні крес-салату свідчить, що всі досліджувані водні розчини нанокомпозитів не мали фітотоксичної дії. Проте окремо протестовані наночастинки Nb_2O_5 , які входять до складу нанокомпозиту, мають інгібувальну здатність. Це можна пояснити тим, що наночастинки оксиду металу мають дуже маленькі розміри і специфічні

фізико-хімічні властивості, вони здатні проникати до клітин рослин і інгібувати біохімічні процеси, таким чином і відбувається фітотоксичний ефект. Nb-вмісні нанокомпозити, на відміну від наночастинок, мають більші розміри та додаткові поживні елементи, які входять до складу сапоніту, а саме: іони Si^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} . Усі ці чинники дали змогу полегшити проникання та рух елементів до рослинного організму без шкоди для нього, в результаті чого стимулювали ростові параметри та посівні якості насіння.

Висновки

Під час дії нанокомпозитів на основі сапонітів на енергію проростання, схожість і ростові показники тест-культури *Lepidium sativum* L. пригнічувального впливу не виявлено, що свідчить про безпечність цих наноматеріалів. Біотестування Nb-вмісних наночастинок показало пригнічення ростових показників тест-культури. Максимальну пригнічувальну дію виявлено за використання розчину наночастинок у концентрації 450 мг/л. Порівняно з контролем показники довжини кореня та

стебла зменшилися на 8,6 і 19,23% відповідно. Енергія проростання і схожість насіння в концентраціях 300, 450 та 600 мг/л порівняно з контролем зменшилася на 3, 5 і 4% відповідно, а схожість — на 2, 10 і 4% відповідно.

Даними результатами підтверджено безпечність використання Nb-вмісних нанокомпозитів на відміну від Nb_2O_5 наночастинок. Отже, нанокомпозити потребують подальшого вивчення і розробки чітких технологій їхнього застосування.

Бібліографія

1. Chemistry and physics of a single atomic layer: Strategies and challenges for functionalization of graphene and graphene-based materials/L. Yan, Y.B. Zheng, F. Zhao et al.//Chem. Soc. Rev. — 2012. — № 41. — P. 97–114.
2. Electrochemical properties of CdSe and CdTe quantum dots/M. Amelia, C. Lincheneau, S. Silvi, A. Credi//Chem. Soc. Rev. — 2012. — № 41. — P. 5728–5743.
3. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations, and biological applications/S. Laurent, D. Forge, M. Port et al.//Chem. Soc. Rev. — 2008. — № 108. — P. 2064–2110.
4. Вплив неіонного колоїдного розчину наночастинок біогенних металів на вміст елементів металів у рослинних тканинах/Н.Ю. Таран, Л.М. Бацманова, К.Г. Лопатко та ін.//Фізика живого. — 2011. — Т. 19. — № 2. — С. 9–11.
5. Макаренко Н.А. Екотоксикологічна оцінка наноагрохімікатів за впливом на біоту ґрунтової та водної екосистем/Н.А. Макаренко, Л.В. Рудніцька//Таврійський наук. вісн. — 2015. — Вип. 94. — С. 133–138.
6. Nb(V)-Containing Saponite Clay: a Catalyst for the Oxidative Abatement of Blistering Chemical

- Warfare Agents/F. Carniato, C. Bisio, R. Psaro et al.//Selective Oxidation and Functionalization: Classical and Alternative Routes and Sources DGMK Conference October 13–15, 2014, Berlin, Germany.
7. An efficient ring opening reaction of methyl epoxystearate promoted by synthetic acid saponite clays/M. Guidotti, R. Psaro, N. Ravasio et al.//Green Chem. — 2009. — 11. — P. 1173–1178.
8. Біотестування нанопрепаратів з врахуванням особливостей їх впливу на нецільові об'єкти природних екосистем (наук.-метод.реком.)/Н.А. Макаренко, В.І. Бондар та ін.; за ред. Н.А. Макаренко. — К.: НУБіП України, 2015. — 26 с.
9. Оцінка фітотоксичності глюконатів и хлоридів ряду d-елементів с использованием крес-салата (*Lepidium sativum* L.)/Д.В. Зейферт, Ф.Р. Опарина, Н.Р. Тукумбетова и др.//Башкирский хим.журн.— 2012.— Т.19.—№ 4. — С. 20–23.
10. Якість ґрунту. Визначення мінералізації впливу забрудників на флору ґрунту. Спостережний дослід на проростання насіння салату (*Lactuca sativa* L.) (ISO 17126:2005, IDT): ДСТУ ISO 17126:2007. — [Чинний від 2009–07–01]. — К.: Держспоживстандарт України, 2012. — 6 с. — (Національний стандарт України).

Надійшла 3.05.2017.