

ЗАХИСТ РОСЛИН

УДК 632.4:633.15:632.952

ВПЛИВ НІОБІЙВМІСНИХ НАНОКОМПОЗИТІВ НА МІКОФЛОРУ НАСІННЯ ТА РОСТОВІ ПАРАМЕТРИ ПРОРОСТКІВ КУКУРУДЗИ

**В. Я. ОМЕНЮК, аспірант* кафедри фітопатології
ім. акад. В.Ф. Пересипкіна**

**М. В. САВЧУК, молодший науковий співробітник кафедри
молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки**

**Л. О. КРЮЧКОВА, доктор біологічних наук, старший науковий
співробітник, завідувач кафедри фітопатології
ім. акад. В.Ф. Пересипкіна**

**О. Ф. АНТОНЕНКО, доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна**

**М. Ф. СТАРОДУБ, доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри молекулярної біології, мікробіології
та біобезпеки**

Національний університет

біоресурсів та природокористування України

E-mail: v_omenyuk@ukr.net

Анотація. Вивчено вплив наноконкомпозитів на основі сапонітів на ураженість насіння фітопатогенними грибами та ростові параметри проростків кукурудзи середньостиглого гібриду Харківський 340МВ. Встановлено високу ефективність наноконкомпозитів проти грибів роду *Penicillium* та *Fusarium* та відмічена стимулююча дія наноконкомпозитів на ріст і розвиток проростків кукурудзи.

Спостерігалось стимулювання наноконкомпозитами енергії проростання та лабораторної схожості насіння в середньому на 10 %, а ростові параметри (довжина кореневої системи, проростка) збільшувались на 50-70 % у порівнянні з контролем.

Відмічено, що відсоток зернівок кукурудзи, уражених грибами, у варіантах з використанням наноконкомпозитів зменшувався у порівнянні із контрольним варіантом в середньому на 7-14 %.

Ключові слова: наноконкомпозити, кукурудза, мікофлора насіння, ростові параметри, зберігання

Актуальність. Одним із значущих резервів підвищення врожайності кукурудзи та покращення якості насіння є фітосанітарна оптимізація тех-

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор О.Ф. Антоненко

© В. Я. Оменюк, М. В. Савчук, Л. О. Крючкова, О.Ф. Антоненко,
М. Ф. Стародуб, 2017

нологій його зберігання, найважливішим елементом якого є знезараження його від збудників хвороб, які за сприятливих умов можуть поширюватись у разі зберігання та уражувати насіння в польових умовах. Так, через насіння передається близько 75 % збудників грибкової природи і більше 88 % бактеріальної [1, 2]. У зв'язку з цим існує необхідність всебічного і глибокого вивчення методів захисту насіння від шкідників та хвороб за зберігання з метою підвищення його якості. Актуальним є дослідження грибів, що уражають насіння в період зберігання, та підвищення ефективності хімічних та біологічних засобів, які використовуються для обробки насіння [1, 2, 3].

Великі можливості відкриває застосування нанотехнологій в рослинництві. Підвищення якості зберігання насіння, антипатогенна дія нанопрепаратів без використання пестицидів – всі ці завдання можуть вирішуватись із застосуванням наноматеріалів без загрози для довкілля і населення [4]. Використання наноконструкційних матеріалів в технологіях зберігання насіннєвого матеріалу може покращити стандартні показники якості зерна та підвищити посівні властивості насіння.

Мета досліджень – встановити, як впливають новосинтезовані Nb-вмісні наноконструкції на основі сапонітів на ростові показники насіння кукурудзи та підвищення його стійкості до ураження його фітопатогенами з родів *Penicillium* та *Fusarium*.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктами досліджень слугували наноконструкції на основі Saponite ($\text{Si}_{7.34}\text{Al}_{0.66}\text{Mg}_6\text{O}_{20}((\text{OH})_4)$), а саме:

- 1) Saponite (H);
- 2) Nb-Saponite (Et);
- 3) Nb-Saponite (Cl).

Наноконструкції були отримані методом золь-гель синтезу.

Новостворені наноматеріали були надані лабораторією кафедри біосенсорики НУБіП України в рамках НАТО проекту № NUKR.SFP 984481.

Зразок 1) Saponite (H). Хімічно створений композит $1\text{SiO}_2 : 0,835\text{MgO} : 0,056\text{Al}_2\text{O}_3 : 0,056\text{Na}_2\text{O} : 20\text{H}_2\text{O}$, синтезували шляхом диспергування 11,9 г нанорозмірного діоксиду кремнію (SiO_2 , Aldrich) і 4,7 г ізопропоксиду алюмінію ($\text{Al}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_3$ 98+%, Aldrich 22,041-8) в розчині, приготованому шляхом розчинення 0,92 г гідроксиду натрію (CarloErba, 1310-73-124 2) в одній аліквоті деіонізованої води, отримана суміш ретельно перемішувалась протягом 1 години. Далі додавали 35,8 г магній ацетат тетрагідрат, ($\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 99%, Aldrich 22,864-8) і змішували протягом 1 години. Отриману суміш в тефлоновій чашці поміщали в автоклав і нагрівали в печі протягом 72 год за температури 240°C . Після гідротермальної кристалізації, кристалічний продукт фільтрували, промивали деіонізованою водою до нейтральної реакції і сушили за температури 100°C . Далі отриманий матеріал піддавали традиційній процедурі іонного обміну в насиченому розчині хлориду натрію протягом 36 год за кімнатної температури для того, щоб повністю видалити будь-який інший катіон, що залишився в міжшаровому просторі. Потім тверду речовину фільтрували і промивали деіонізованою водою до повного усунення хлоридних аніонів.

Отриманий зразок (1 г) піддавали подальшому процесу іонного обміну, в 100 мл розчину кислоти (0,01 М HCl) за перемішування протягом 36 год за кімнатної температури так, щоб замінити іони Na⁺ з протонами. Н-обмін сапоніт зразок був отриманий після фільтрування і промивання твердого матеріалу до зникнення залишкових хлоридів [6].

Зразок 2) Nb-SAP (Et). Хімічностворений композит (Na)_{0.81}Mg₆(OH)₄(Al_{0.81}Nb_{0.07}Si_{7.11})O₂₀·20·H₂O, синтезували шляхом диспергування 8,52 г нанорозмірного діоксиду кремнія (SiO₂, Aldrich) в 50 мл розчину деіонізованої води, що містить у своєму складі 0,63 г гідроксиду натрію. Через годину до суміші додавали 3,20 г ізопропоксид алюмінію (Al[OCH(CH₃)₂]₃ 98%, Aldrich 22041-8) і 24,86 г магній ацетат тетрагідрату (Mg(CH₃COO)₂·4H₂O 99%, Aldrich 22864). Отриманий розчин перемішували протягом 2 годин. Далі додавали 0,44 г ніобію(V) етоксиду (Nb(EtO)₅, 99,5%, Aldrich 339202) і розмішували композит протягом 2 годин, потім ставили в автоклав (AntonParr 4748) за 240°C на 72 години. Кінцевий продукт відфільтровували та промивали 5 л деіонізованої води і сушили в сушильній шафі протягом 24 год за 100°C. [7].

Зразок 3) Nb-SAP (Cl). 6,68 г нанорозмірного діоксиду кремнію (SiO₂, Aldrich) та 3,20 г ізопропоксида алюмінію (Al[OCH(CH₃)₂]₃ 98+%, Aldrich 22041-8) поступово диспергували в 45 мл розчину деіонізованої води, що містить 0,63 г NaOH. Через годину додавали 24,86 г магнію ацетату тетрагідрат (Mg(CH₃COO)₂·4H₂O 99%, Aldrich 22864-8). Паралельно з цим, 0,37 г ніобію (V) хлориду (NbCl₅ 99,5%, Aldrich 215791-10g) додавали до суспензії, отриманої розчиненням 5,6 г тетраетилового ортосіліката (TEOS, 98%. Aldrich 131903) в 0,5 мл деіонізованої води. Обидві суспензії перемішували протягом 1 год, а потім нагрівали в тефлоновій чашці (125 мл) в герметичному автоклаві (Anton PAAR 4748) за 240 °C протягом 72 год. Кінцевий продукт фільтрували та промивали в 5 л деіонізованої води і сушили в сушильній шафі протягом 24 год за 100 °C [6].

Мікроструктуру новосинтезованих нанокompозитів вивчали методом сканувальної електронної мікроскопії (SEM) за допомогою Leo 1550 Gemini SEM, за напруги від 2 до 5 кВ і стандартного значення діафрагми 30 мкм.

Експериментальні лабораторні дослідження ростових показників та мікофлори насіння кукурудзи проводили у проблемній науково-дослідній лабораторії мікології та фітопатології кафедри фітопатології ім. академіка В. Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України. Для досліджень використовували насіння середньостиглого гібриду Харківський 340 МВ, зібране з початків, уражених грибами з родів *Penicillium* та *Fusarium* (Рис. 1). Ураження хворобами, лабораторну схожість, енергію проростання, середню довжину кореня та проростка визначали за стандартними методиками [5]. В якості контрольного варіанту використовували насіння, необроблене нанокompозитами.

Обробку насіння кукурудзи здійснювали методом сухого протруювання, експериментально підібраними (2, 3 та 5 кг/т) нормами внесення нанокompозитів. Насіння кукурудзи ретельно змішували із відповідною

наважкою нанокompозиту впродовж декількох хвилин, щоб поверхня насіння була повністю покрита нанопрепаратом. Після цього насіння поміщали по 10 насінин у чашку Петрі на два шари зволоженого фільтрувального паперу або по 50 насінин у кювети на зволожений фільтрувальний папір і пророщували у термостаті за температури 25°C.



Рис. 1. Початки кукурудзи із симптомами ураження грибами з родів *Fusarium* та *Penicillium* (фото автора)

Повторність дослідів – чотирикратна. Обліки ураження насіння фітопатогенами проводили щоденно протягом перших 7 діб. Енергію проростання насіння визначали на третю, а лабораторну схожість та ростові параметри проростків – на 7 добу [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Як показали аналізи наноструктури зразків за допомогою СЕМ (рис. 2), частинки нанокompозиту Saponite-H+ мали дещо трикутну форму, що відображає тетрагональну структуру їх будови (рис. 2 а). За умови розчинення їх у воді вони агломерували у більші фракції, але залишались пористими, з розміром пор на рівні 100 нм, що свідчить про значну площу їх активної поверхні. Частинки нанокompозиту Nb-Sap-EtO були трикутної форми, товщиною 20-30 нм (рис. 2 б). Нанокompозити Nb-Sap-Cl, розміром ≈ 30 нм, як і попередні агломерували з утворенням окремих лусочок (рис. 2в).

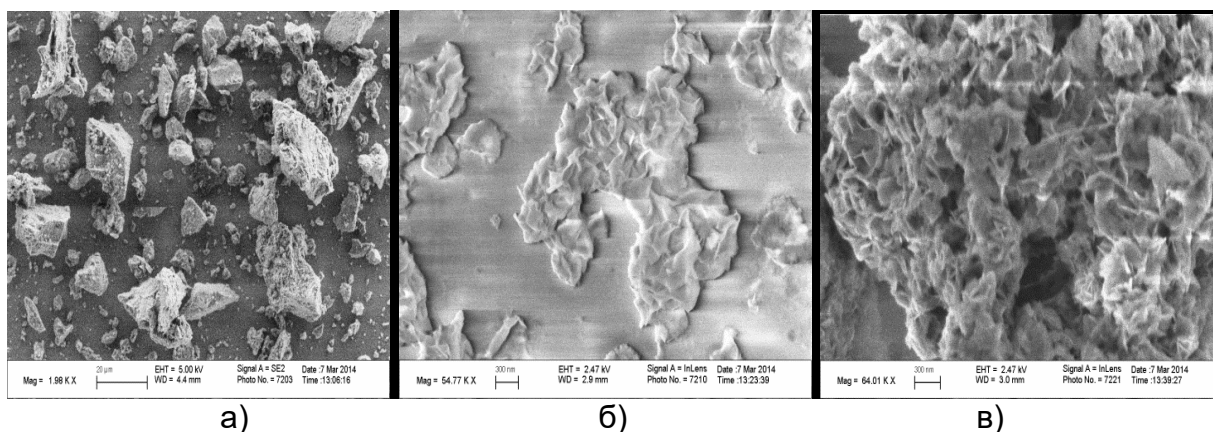


Рис. 2. СЕМ мікрофотографії наноструктури композитів: а) Saponite-H+ (збільшення 20 нанометрів); б) Nb-Sap-EtO (збільшення 300 нанометрів); в) Nb-Sap-Cl (збільшення 300 нанометрів) – фото автора

За проведення ідентифікації дослідили, що основну частку серед грибів з роду *Fusarium* займали види *F. verticillioides* та *F. graminearum*.

В результаті проведених досліджень встановлено, що обробка насіння кукурудзи нанокompозитами сприяла підвищенню його енергії проростання та лабораторної схожості (табл. 1). Зокрема, за використання нанокompозиту Nb-Sap-EtO з нормою витрати 3 кг/т енергія проростання та схожість становили 89,0 та 99,0 %, що відповідно на 13,0 та 10,0 % вище, ніж в контролі. Аналогічно, зросли енергія проростання та схожість насіння за дії інших нанокompозитів (Saponite, H+ і Nb-Sap-Cl) за норми витрати препарату 3 кг/т вона становила 98,0 %, що на 12,0 % вище, ніж в контролі. Такий стимулюючий ефект можна пояснити, зокрема, вмістом у нанокompозитах наночастинок оксидів металів та іонів Fe^{3+} , Mg^{2+} , Al^{3+} з великою активною площею поверхні препарату, що на відміну від мікродобрив сприяє швидшому потраплянню їх до клітин рослини, таким чином ефективніше стимулює ріст та розвиток рослини.

1. Вплив ніобійвмісних нанокompозитів на посівні властивості насіння та ростові параметри проростків кукурудзи гібриду Харківський 340 МВ

Варіант	Норма витрати нанокompозиту, кг/т	Енергія проростання насіння, %	Лабораторна схожість насіння, %	Довжина кореневої системи (7 днів), мм	Довжина проростка (7 днів), мм
Контроль	-	76,3	89,3	29,8	13,3
Saponite – H+	2	82,5	97,0	46,3	14,8
	3	85,8	98,3	55,3	15,5
	5	84,3	96,3	46,3	12,8
Nb-Sap-Cl	2	85,8	98,0	50,3	18,3
	3	86,3	97,5	52,3	23,3
	5	83,3	95,8	48,3	20,3
Nb-Sap-EtO	2	87,5	98,0	47,5	23,3
	3	88,8	98,8	57,3	23,3
	5	87,8	99,3	31,75	19,3
HIP ₀₅	-	7,3	4,3	7,8	7,9

Відмічено, що під впливом нанопрепаратів підвищуються ростові параметри проростків кукурудзи, зокрема, довжина наземної і підземної частин проростка. Аналогічно посівним властивостям насіння, і в даному випадку найвищу стимулюючу активність проявив наноккомпозит Nb-Sap-EtO. Довжина кореневої системи кукурудзи за дії даного наноккомпозиту збільшилася в середньому на 27 мм порівняно з контролем, а довжина надземної частини проростка – на 10 мм.

Наступним етапом наших досліджень було визначення впливу наноккомпозитів на патогенну мікофлору насіння кукурудзи. На усіх варіантах спостерігали прояви активності (розвиток міцелію і спороношення) грибів з родів *Penicillium* та *Fusarium* різного ступеня (рис 3).

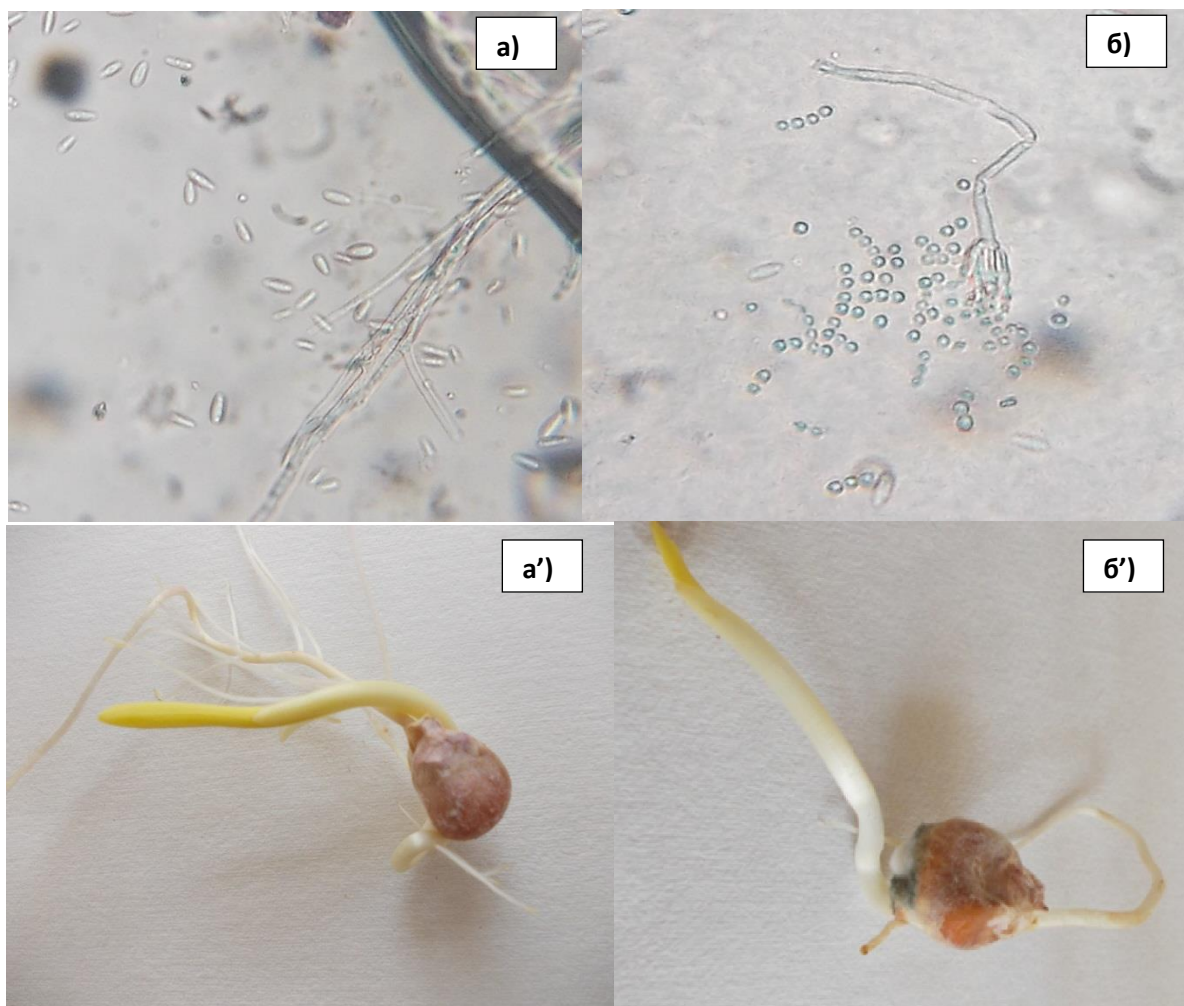


Рис. 3. Ураження насіння та сходів кукурудзи фітопатогенними грибами:
а) конідії *Fusarium* spp.; а') насіння, уражене грибами роду *Fusarium*;
б) конідії гриба *Penicillium* spp.; б') насіння кукурудзи уражене грибами роду *Penicillium*

Проте, за дії наноккомпозитів розвиток грибів помітно гальмувався. Найвищу ефективність було відмічено за дії наноккомпозиту Nb-Sap-EtO (5 кг/т): було зафіксовано 7,14 % насінин, уражених грибами роду *Fusarium*, тоді як на контрольному варіанті відмічалось 35,71 % насінин, уражених *Penicillium* spp. та 21,43 % – *Fusarium* spp. (табл. 2).

Отримані нами дані свідчать, що наноконпозиційні матеріали на основі сапонітів, окрім ріст-стимулюючої дії на рослини, мають і інші корисні властивості, зокрема, пригнічують ріст фітопатогенних грибів.

2. Вплив наноконпозитів на ураженість насіння кукурудзи грибами роду *Fusarium* та *Penicillium*

Варіант	Норма витрати наноконпозиту, кг/т	Уражених зернівок, %					
		4 день		8 день		12 день	
		<i>Penicillium</i> spp	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp	<i>Fusarium</i> spp.
Контроль	-	14,29	-	14,29	7,14	35,71	21,43
	2	7,14	-	7,14	-	28,57	14,29
Saponite - H+	3	-	-	7,14	-	7,14	23,57
	5	-	-	-	-	14,29	14,29
	2	-	-	-	-	7,14	28,57
Nb-Sap-Cl	3	-	-	-	-	-	14,29
	5	-	-	-	-	7,14	14,29
	2	-	-	-	-	7,14	23,57
Nb-Sap-EtO	3	-	-	-	-	7,14	7,14
	5	-	-	-	-	-	7,14
	HIP ₀₅	7,63	-	7,63	-	7,63	7,63

Висновки та перспективи подальших досліджень. В результаті проведених досліджень встановлено, що передпосівна обробка насіння кукурудзи новосинтезованими наноконпозитами може сприяти підвищенню якості його фітосанітарного стану, посівних властивостей та стимулювати ріст і розвиток проростків, а також призводить до пригнічення активності грибів з родів *Penicillium* та *Fusarium*, що дозволить знизити їх подальше поширення та розвиток протягом вегетаційного періоду.

Список використаних джерел

1. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю. В. Круглов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 129 с.
2. Жихарев И. В. Нанотехнологии в мире и Украине: проблемы и перспективы / И. В. Жихарев, В. И. Ляшенко // Економічний вісник Донбасу. – 2007. – № 1. – С. 117-145.
3. Дудка Є. Л. Мікофлора зерна кукурудзи / Є. Л. Дудка, Н. І. Пінчук, Л. І. Панчик // Хранение и переработка зерна. – 2002. – № 8. – С. 27-28.
4. Ситар О. В. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві / О. В. Ситар, Н. В. Новицька, Н. Ю. Таран // Фізика живого. – 2010. – Т. 18. – № 3. – С. 113-116 с.
5. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. – [Чинний від 2004-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с. – (Національний стандарт України).
6. Carniato F. On the Properties of a Novel V-Containing Saponite Catalyst for Propene Oxidative Dehydrogenation / C. Bisio, G. Gatti, S. Roncoroni, S. Recchia,

L. Marchese // Catalysis Letters. – 2009. – Vol. 131, Issue 1-2. – P. 42-48. doi:10.1007/s10562-009-0049-1.

7. Guidotti M. An efficient ring opening reaction of methyl epoxystearate promoted by synthetic acid saponite clays / R. Psaro, N. Ravasio, M. Sgobba, F. Carniato, C. Bisio, G. Gatti, L. Marchese // Green Chemistry. – 2009. – Vol. 11, Issue 8 – P. 1173-1178. doi: 10.1039/b900863b.

References

1. Kruglov Y. V. (1991). Mikroflora pochvy i pestitsidy [Soil microflora and pesticides]. Agropromizdat, 129.

2. Zhikharev I. V., Lyashenko, V. I. (2007). Nanotekhnologii v mire i Ukraine: problemi i perspektivi [Nanotechnologies in the world and Ukraine: problems and perspectives]. Ekonomichniy visnik Donbasu, 117-145.

3. Dudka Ę. L., Pínchuk N. Í., Panchik L.Í. Mikroflora zerna kukurudzi . (2002) [Mycoflora of maize grain]. Grain storage and processing, 8, 27-28.

4. Sitar O. V., Novits'ka N. V., Taran N. Y. Nanotekhnologíi v suchasnomu síl's'komu gospodarství. (2010). [Nanotechnologies in the present-day agriculture]. Physics of living, 18, 3, 113-116.

5. Nasínniya síl's'kogospodars'kikh kul'tur. Metody viznachennya yakostí: DSTU 4138–2002. (2003). [Kernels of agriculture varieties. Methods of determination of quality DSTU 4138–2002] Derzhspozhivstandart Ukraíni, 173.

6. Carniato F., Bisio C., Gatti G., Roncoroni S., Recchia S., Marchese L. (2009) On the Properties of a Novel V-Containing Saponite Catalyst for Propene Oxidative Dehydrogenation. Catalysis Letters, 131 (1-2), 42-48. doi:10.1007/s10562-009-0049-1.

7. Guidotti M., Psaro R., Ravasio N., Sgobba M., Carniato F., Bisio C., Gatti G., Marchese L. (2009) An efficient ring opening reaction of methyl epoxystearate promoted by synthetic acid saponite clays. Green Chemistry, 11 (8), 1173-1178. doi: 10.1039/b900863b.

ВЛИЯНИЕ НИОБИЙСОДЕРЖАЩИХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА МИКОФЛОРУ СЕМЯН И РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ

В. Я. Оменюк, М. В. Савчук, Л. А. Крючкова, А. Ф. Антоненко,
М. Ф. Стародуб

Аннотация. Изучено влияние нанокomпозитов на основе сапонитов на пораженность семян фитопатогенными грибами и ростовые параметры проростков кукурузы на среднеспелом гибриде Харьковский 340МВ. Установлена высокая эффективность нанокomпозитов против грибов рода *Penicillium* и *Fusarium* и отмечено стимулирующее воздействие нанокomпозитов на рост и развитие проростков кукурузы.

Наблюдалось стимулирование нанокomпозитами энергии прорастания и лабораторной всхожести семян в среднем на 10 %, а ростовых параметров (длина корневой системы и проростка) увеличивалось на 50-70% по сравнению с контролем.

Отмечено, что процент зерновок кукурузы, пораженных грибами, в вариантах с использованием нанокomпозитов уменьшался по сравнению с контрольным вариантом в среднем на 7-14%.

Ключевые слова: нанокomпозиты, кукуруза, микрофлора семян, ростовые параметры, хранение

NB-CONTAINED NANOCOMPOSITES IMPACT ON SEEDS MYCOFLORA AND GROWTH PARAMETERS OF MAIZE SEEDLINGS

V. Y. Omeniuk, M. V. Savchuk, L. O. Kriuchkova, O. F. Antonenko,
M. F. Starodub

Abstract. The article presents the results of lab studies on the influence of nanocomposites based on saponites on seed damage by phytopathogenic fungi and growth parameters of maize seedlings on mid-season hybrid Kharkivskiy 340MV. The high efficiency of nanocomposites against fungi of *Penicillium* and *Fusarium* genera was established, and the stimulating effect of nanocomposites on maize seedlings growth and development was noted.

The stimulation of seed vigor and laboratory germination was observed on average by 10 %, and growth parameters (length of root system and seedling) increased by 50-70 % compared to the control.

It was noted that the percentage of maize kernels affected by fungi in variants using nanocomposites decreased in comparison with the control variant by an average of 7-14 %.

Keywords: nanocomposites, corn, seeds mycoflora, growth parameters, storage.

УДК: 637.5:592.752] : 632. 937 (292.485)

ДИНАМІКА ЩІЛЬНОСТІ СТАНУ РОЗВИТКУ МІЖВИДОВИХ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ КОКЦІНЕЛІД (*COLEOPTERA*, *COCCINELLIDAE*) ПРОТЯГОМ ВЕГЕТАЦІЇ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Г. В. МЄЛЮХІНА, здобувач наукового ступеня кандидат наук*
Національний університет
біоресурсів і природокористування України
E-mail: meluoxina-galina@ukr.net

Анотація. Мета. Вивчення особливостей сезонного коливання багаторічної динаміки корисних комах-ентомофагів стану розвитку міжвидових природних популяцій кокцінелід на посівах пшениці озимої в умовах Лісостепу України. Методи. Порівняльний, аналітичний, польовий, статистично-математичний. Результати. Отримано результати багаторічних спостережень динаміки щільності корисних комах-ентомофагів кокцінелід на посівах пшениці озимої. Визначено, що найбільша щільність біологічних об'єктів на посівах пшениці озимої була в 2016 році в межах від 2,0 до 21,0 екземплярів на 1 м² в весняно-літній період вегетації культури, а в осінній період найбільша щільність була в 2016 році в межах 1,0 – 10,0 екземплярів на 1 м² помахів сачка. Висновки. На

*Науковий керівник – кандидат біологічних наук, доцент М. Д. Горган

© М. Д. Горган, Г. В. Мелюхіна, 2017