

УДК: 631.53.027:633.11:631.524.84

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ И РЕЦИПРОКНЫХ ГИБРИДОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ВОДНЫМИ ДИСПЕРСИЯМИ С НАНОЧАСТИЦАМИ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Маслоброд С.¹, Миргород Ю.², Шибает Ал.³, Гройсман И.³, Сидоренко А.³, Гавзер С.¹, Агеева Л.²

¹Институт генетики, физиологии и защиты растений АНМ, Кишинэу, Республика Молдова

²Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия,

³Институт инженерной электроники и нанотехнологий АНМ, Кишинэу, Республика Молдова

[E-mails: maslobrod37@mail.ru](mailto:maslobrod37@mail.ru); yu_mirgorod@mail.ru; sidorenco@int.fzk.da

Abstract: It was shown stimulating and antifungal effects of aqueous dispersions containing low concentrations of silver nano-particles (NPAg), bismuth nano-particles (NPBi) and zinc oxide nano-particles (NPZnO) on triticale seeds and seeds of parental forms of winter wheat and their reciprocal hybrids. Seeds processing with the nano-factors increases efficiency of plants by 8-57 per cent in field conditions. The degree of the parameters changes under the influence of external factors in hybrids was determined by the motherly forms of hybrids.

Key words: stimulating and antifungal effects, nano-particles, aqueous dispersions, parental forms, reciprocal hybrids, germination energy, productivity

Введение

При обработке семян сельскохозяйственных растений дисперсными системами с наночастицами различных металлов наблюдаются бактерицидный и стимуляционный эффекты. Это положительно отражается на продуктивности растений в полевых условиях [1]. Нами было показано, что водные дисперсии с наночастицами серебра (NPAg) и меди (NPCu) оказывают стимуляционное и фунгицидное действие на семена томата, тритикале и пшеницы при их заражении патогенными грибами [2]. Эффекты зависят от вида наночастиц, режима воздействия ими на растительный объект (концентрация в дисперсии, экспозиция) и генотипа объекта [1, 2]. Представляет интерес проверить, как сказывается обработка семян нанофактором на родительских формах растений и созданных на их основе гибридах. В настоящем сообщении приводятся данные по влиянию водных дисперсий серебра (NPAg), висмута (NPBi), окиси цинка (NPZnO), пониженной температуры и патогенных грибов на семена родительских форм (сортов озимой пшеницы) и реципрокных гибридов второго поколения. Представлены также результаты полевых испытаний метода предпосевной обработки семян водными дисперсиями с наночастицами серебра, висмута и смеси наночастиц молибдена (NPMo), магнца (NPMn) и серебра.

Материалы и методы

Наночастицы NPAg, NPBi, NPZnO, NPMo, NPMn (размером порядка 3-40 нм) были предоставлены Юго-Западным государственным университетом (г. Курск), где эти наночастицы получали химическим способом. В качестве объектов исследования использовали семена родительских форм озимой пшеницы (пары: сорта Кобра и Апачи, Одесский 274 и Никония, Алания и Баллада) и их реципрокные гибриды. Дополнительно использовали модельные объекты: семена яровой пшеницы (сорт Арнаутка) и озимого тритикале (сорт Инген 93). На основе прежних данных были использованы стимуляционные концентрации наночастиц в водной дисперсии: NPAg, NPMo, NPMn - 10^{-7} моль/л и NPBi, NPZnO - 10^{-7} мг/л. Экспозиции 6 часов. Для проверки устойчивости семян к неблагоприятным факторам 1) набухшие в течение 12 ч семена пшеницы выдерживали 12 ч при пониженной температуре +4°C, 2) семена тритикале и озимой пшеницы заражали патогенным грибом *Helminthosporium avenae* (экспозиция 10-18 часов) Семена проращивали в чашках Петри при 25°C. В варианте – 300 семян. Учитывали энергию прорастания и всхожесть семян, число правых проростков (у них первый лист заворачивается по часовой стрелке [2]), длину ростка и корешка 6-10 дневного проростка. Среднеквадратическая ошибка средней арифметической не превышала 5-7 %. Данные по

полевым опытам представлены в относительных значениях продуктивности растений, как отношение среднего веса зерна опытного варианта к среднему весу зерна в контроле. Средний вес зерна рассчитывался по трём делянкам (повторностям), площадь делянки 3 м².

Результаты и обсуждение

1. *Выбор оптимального параметра оценки стимуляционного и фунгицидного действия нанофактора на семена модельного объекта.*

На семена тритикале действовали водной дисперсией NPAg, перманганатом калия и патогенным грибом. В результате анализа было выявлено, что наиболее информативным и оперативным параметром для оценки влияния факторов на семена является энергия прорастания семян (ЭПС). Так из рис.1 видно, что наибольшие различия между вариантами по числу проросших семян получены на второй день проращивания семян (фактически это означает ЭПС). Уже на третий и четвертый дни различия сглаживаются и становятся несущественными (т.е. по всхожести семян). Но на второй день анализа четко видно, что грибок в несколько раз (в 9 раз) угнетает начальное прорастание семян. Нанофактор по-разному влияет на ЭПС, причем концентрации NPAg 8×10^{-6} моль/л и 16×10^{-7} моль/л в водной дисперсии вызывают стимуляцию (в 1,64 и 1,49 раза). Перманганат калия не оказывает стимуляционного действия на семена. При заражении грибом семян, предварительно обработанных нанофактором, наблюдается повышение (в несколько раз) параметра ЭПС по всем трем вариантам концентраций NPAg по сравнению с вариантом действия только гриба, т.е. получен как стимуляционный, так и фунгицидный эффекты от нанофактора.

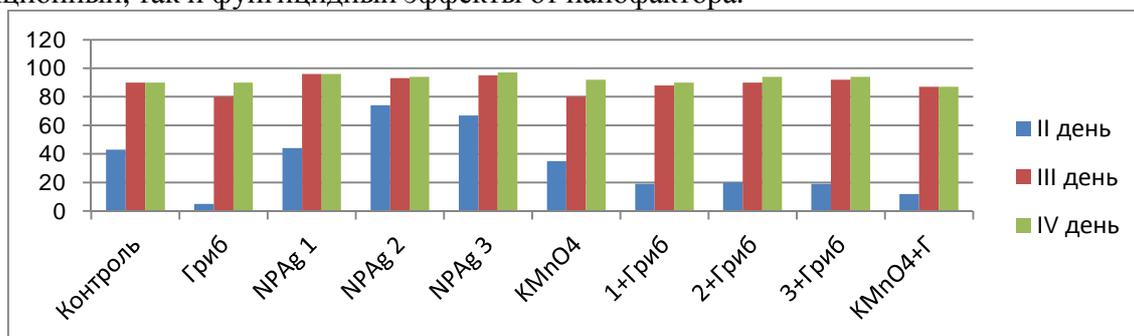


Рис.1 . Число проросших семян тритикале при раздельном и совместном действии дисперсий NPAg, гриба *Helminthosporium avenae* и $KMnO_4$, %.

К – контроль; Г – грибок; 1,2,3 – концентрации NPAg 8×10^{-6} моль/л, 16×10^{-7} моль/л, 32×10^{-8} моль/л; ПК - $KMnO_4$; II день, III день, IV день – дни после обработки семян факторами.

В дальнейшем с целью экономии объёма статьи при анализе результатов воздействия отмеченных внешних факторов на семена родительских форм и их гибридов будут приводиться данные только по параметру ЭПС.

2. *Оценка стимуляционного, фунгицидного и терморезистентного действия нанофактора на семена родительских форм и их реципрокных гибридов.*

При использовании семян сортов Кобра и Апачи в качестве родительских форм фунгицидное действие водных дисперсий NPVi наблюдалось только у семян Апачи (ЭПС в вариантах «Гриб» и «ВД NPVi + Гриб» составило для семян Кобра, Апачи, Кобра x Апачи, Апачи x Кобра соответственно, в %, $14,7 \pm 0,23$ и $13,3 \pm 0,33$; $12,7 \pm 1,86$ и $18,0 \pm 0,58^*$; $12,7 \pm 1,45$ и $15,7 \pm 1,67$; $09,0 \pm 0,58$ и $09,3 \pm 0,67$). При использовании других объектов - родительских форм пшеницы (сортов Одесская 267 и Никония и их гибридов) оценивались стимуляционный эффект и устойчивость к пониженной температуре (ПТ) при обработке семян ВД NPVi и ВД NPZnO (табл.1). Как видно, при действии двух нанофакторов наблюдается стимуляция ЭПС у семян как родительских форм, так и их гибридов. Так, ЭПС при действии ВД NPV на семена Одесская 267, Никония, Одесская 267 x Никония и Никония x Одесская 267 превысил контроль соответственно в 1,75; 1,53; 1,36; 1,68 раза. ЭПС при действии ВД NPZnO на семена тех же генотипов превысил контроль соответственно в 1,21; 1,57; 1,44; 1,03 раза. В целом, говорить о преимуществе одного из нанофакторов, по-видимому, не следует. Но можно в обоих случаях отметить влияние материнского фактора на проявление стимуляционного эффекта.

Что касается действия пониженной температуры, то здесь различия по сравнению с контролем практически отсутствуют, кроме вариантов Одесская 267 в опыте №1. По-видимому на эти семена озимой пшеницы надо было действовать более низкой температурой. Соответственно, и не проявился терморезистентный эффект от одного и другого нанофактора.

Таблица 1. Энергия прорастания семян родительских форм и гибридов пшеницы при обработке семян водной дисперсией наночастиц висмута (NPBi) и окиси цинка (NPZnO) и пониженной температурой (ПТ), %

Вариант	Генотип			
	Одесская 267	Никония	Одесская 267 х Никония	Никония х Одесская 267
Опыт №1				
Контроль	33,5 ± 3,25	30,0 ± 3,83	40,0 ± 3,07	27,5 ± 4,78
NPBi	58,5 ± 3,40**	46,0 ± 0,82*	54,5 ± 4,03*	46,5 ± 1,26*
ПТ	21,5 ± 2,87*	23,0 ± 4,80	34,5 ± 1,50	30,0 ± 6,83
NPBi + ПТ	43,5 ± 3,40	26,0 ± 6,48	34,0 ± 5,94	25,5 ± 7,36
Опыт №2				
Контроль	55,0 ± 3,00	38,5 ± 2,50	44,5 ± 4,37	59,5 ± 4,57
NPZnO	66,5 ± 2,06*	60,5 ± 4,71*	64,0 ± 3,91*	61,0 ± 6,13
ПТ	56,0 ± 0,00	36,0 ± 6,87	31,5 ± 4,19*	42,0 ± 3,74
NPZnO + ПТ	51,3 ± 3,33	49,0 ± 3,31	57,5 ± 4,19*	62,0 ± 2,94

3. Влияние предпосевной обработки семян водными дисперсиями наночастиц на продуктивность растений в полевых условиях.

На рис.2 приведены обобщённые данные по влиянию обработки семян водными дисперсиями наночастиц на продуктивность растений в полевых условиях. Поэтому на одном графике приведены относительные значения продуктивности растений, полученной в разные годы исследований. Как видно, стимуляция продуктивности растений наблюдается не по всем генотипам, а только по следующим генотипам - яровая пшеница Арнаутка (10%), озимое тритикале (43%), озимая пшеница Кобра (18%), Апачи (8%), Кобра х Апачи (9%), Баллада (57%). Причиной могут быть климатические условия, влияние генотипа, доза фактора воздействия. По нашим данным нет основания говорить о специфике действия какого-либо нанофактора. Можно отметить, что как у первой группы генотипов (родители и гибриды), так и у второй наблюдается материнский эффект, т.е. продуктивность гибрида определяет его материнская форма.

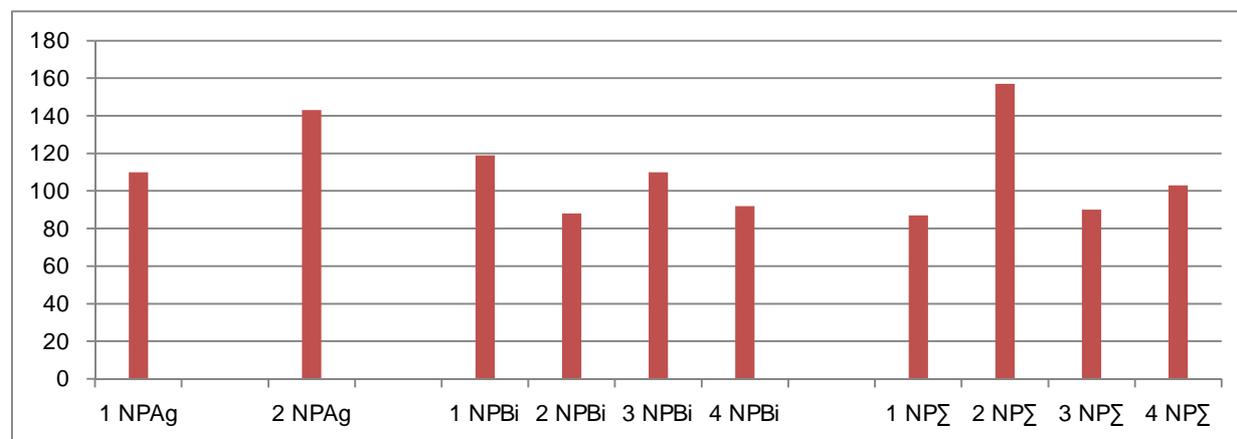


Рис.2. Продуктивность растений при предпосевной обработке семян водными дисперсиями наночастиц (по отношению к контролю), % . 1 NPAg – Арнаутка; 2 NPAg – Инген 93; 1 NPBi – Кобра; 2 NPBi – Апачи; 3 NPBi – Кобра х Апачи; 4 NPBi – Апачи х Кобра; 1 NPΣ - Алания; 2 NPΣ - Баллада; 3 NPΣ - Алания х Баллада; 4 NPΣ - Баллада х Алания. NPΣ - смесь водных дисперсий наночастиц NPAg, NPMo, NPMn.

Выводы

1. Наиболее информативным параметром оценки влияния водных дисперсий наночастиц металлов и других факторов на жизнеспособность семян растений является энергия прорастания семян.
2. Водные дисперсии наночастиц серебра, висмута и окиси цинка оказывают стимуляционное и фунгицидное действие на семена озимого тритикале и семена озимой пшеницы (родительских форм и их рецiproкных гибридов).
3. При подаче на семена пониженной температуры (+4°C) после их обработки нанофактором терморезистентное действие нанофактора не обнаружено ввиду отсутствия реакции семян на температурный фактор.
4. Выявлена различная реакция семян родительских форм (сортов озимой пшеницы) и их рецiproкных гибридов второго поколения на воздействие нанофактора.
5. В результате предпосевной обработки семян сортов и гибридов тритикале и пшеницы водными растворами различных наночастиц получено повышение продуктивности у некоторых генотипов растений в полевых условиях на 8-57%.
6. По эффективности нанофакторы находятся примерно на одинаковом уровне.
7. Параметры гибрида пшеницы в лабораторных и полевых опытах определяются в основном параметрами его материнской формы (материнский эффект), что может быть учтено при создании схем получения продуктивных и экологически устойчивых гибридов.

Библиография

1. Паничкин, Л.А., Райкова, А.П. Использование нанопорошков металлов для предпосевной обработки семян с.-х. культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1. – С. 59-65.
2. Маслоброд, С.Н., Миргород, Ю.А., Бородин, В.Г., Борщ, Н.А. Влияние водных дисперсных систем с наночастицами серебра и меди на прорастание семян // Электронная обработка материалов. – 2014. – Т. 50, вып. 4. – С.103-112.