

УДК 633/635:58

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИЕЙ НАНОБИОСЕРЕБРА СЕМЯН ПШЕНИЦЫ НА ИХ РОСТ И РАЗВИТИЕ

Юркова И.Н., Омельченко А.В., Бугара И.А.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина
E-mail: nanosilver@rambler.ru*

В работе исследовано стимулирующее действие водорастворимой композиции нанобиосеребра на рост и развитие семян пшеницы в зависимости от времени их обработки. Установлено, что максимальный прирост массы сухого вещества корней и надземной части наблюдалось при замачивании семян в растворах нанобиосеребра с концентрацией 0,01 мг/дм³. Дальнейшее увеличение концентрации наносеребра приводило к снижению стимулирующего действия, а увеличение времени обработки к угнетению ростовых процессов.

Ключевые слова: нанобиосеребро, накопление серебра, зерно пшеницы, прорастание.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нанотехнологии широко применяются в растениеводстве. В повышении урожайности и качества сельскохозяйственных культур большое значение приобретают биогенные металлы в коллоидном состоянии (наночастицы), в т.ч. наночастицы серебра. Биологическая активность наночастиц в значительной степени зависит от способа их получения и размеров [1]. Поэтому многие исследователи, работающие в данной области, ищут наиболее эффективные и безопасные методы синтеза и использования объектов нанотехнологий.

В отличие от ионных биогенных металлов наночастицы обладают пролонгированным действием, то есть большими возможностями в минеральном питании, а их малая токсичность по сравнению с солями металлов способна активировать физиологические и биохимические процессы растений за счет диффузионной подвижности частиц [2]. Рост продуктивности растений после обработки семян наночастицами биогенных металлов объясняется активизацией физиологических и биохимических процессов как в прорастающем семени, так и в растении, развившемся из него [3, 4]. Однако до настоящего времени в научной литературе существуют лишь отдельные данные по влиянию наночастиц серебра на растения. Они, в основном, связаны с негативным действием высоких концентраций наносеребра [5].

Целью данной работы было исследование влияния композиции нанобиосеребра на рост и развитие семян пшеницы в зависимости от времени их обработки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами для проведения исследований служили семена пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта Одесская 267 и водорастворимая нанобиокомпозиция серебра. При синтезе наносеребра использовали нитрат серебра «ч.д.а.» ГОСТ 1277-75 и альгинат натрия (натриевая соль альгиновой кислоты, BioChemika). Все растворы готовили на бидистиллированной воде. Фотовосстановление катионов Ag^+ проводили на воздухе при температуре 20 °С. В качестве источника света использовали ртутную лампу высокого давления ДРШ-250 [6].

Для определения прироста биомассы проростков семена замачивали в растворах наносеребра с концентрацией 0,01; 0,1; 1,0 и 10,0 мг/дм³ в течение 4-х и 24-х часов, а затем помещали на влажную фильтровальную бумагу в чашки Петри и проращивали в термостате при температуре 24 °С в течение 7 дней. Для исследования пролонгированного действия наносеребра семена проращивали в чашках Петри в растворах с указанными концентрациями при тех же условиях.

Биомассу проростков корней и надземной части измеряли общепринятым гравиметрическим методом, фиксируя растительный материал в течение 5 мин при 110 °С и досушивая его до постоянной массы при 60 °С.

Полученные данные обработаны стандартными методами математической статистики с использованием компьютерных программ Microsoft® Excel 2007 и Statistica v.6.0. Stat Soft Inc.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как было показано ранее, наночастицы серебра в концентрации 0,05 – 25,0 мг/дм³ не оказывали ингибирующего действия на процесс набухания и проклевывания семян пшеницы [7]. Влияние наночастиц серебра на ростовые процессы может проявляться как следствие их адгезии на поверхности семян. Такой физико-химический процесс зависит от времени экспозиции в растворе наночастиц. В связи с этим важным моментом является исследование влияния времени замачивания семян на ростовые характеристики. Как показано в таблице 1, при замачивании семян в течение 4-х часов максимальное увеличение массы сухого вещества наблюдалось при концентрации нанобиосеребра 0,01 мг/дм³ и составляло у корней – 11,8 %, а у надземной части – 5,7 % ($p < 0,05$). Концентрация нанобиосеребра 10,0 мг/дм³ угнетала рост надземной части проростков.

При замачивании семян в течение 24-х часов максимальное увеличение массы сухого вещества корней и надземной части также отмечалось при концентрации наносеребра 0,01 мг/дм³, однако эффект был значительно выше, чем после 4-х часов замачивания и составлял 21,4 % и 28,2 % соответственно ($p < 0,01$). Дальнейшее увеличение концентрации нанобиосеребра приводило к снижению стимулирующего действия. Однако по сравнению с контролем угнетение ростовых процессов не наблюдалось (табл. 2).

Исследование пролонгированного действия нанобиосеребра после проращивания семян в течение 7 дней в растворах с теми же концентрациями нанобиосеребра показало, что концентрации 0,01 – 10,0 мг/дм³ вызывали угнетение ростовых процессов корней и надземной части проростков пшеницы по сравнению с контролем

(табл. 3). Однако, как видно из приведенных результатов, более значительное угнетение проявлялось на корневой системе, что может быть связано с поглощением и накоплением наночастиц серебра клетками корней [8].

Таблица 1
Влияние нанобиосеребра на накопление биомассы проростков пшеницы после замачивания семян в течение 4 ч

Концентрация нанобиосеребра, мг/дм ³	Накопление биомассы			
	масса сухого вещества корней, мг	масса сухого вещества надземной части, мг	масса сухого вещества корней, %	масса сухого вещества надземной части, %
0	3,64±0,03	6,08±0,07	100,0	100,0
0,01	4,07±0,05	6,43±0,09	111,8	105,7
0,1	3,53±0,06	6,32±0,08	96,9	103,9
1,0	3,86±0,04	6,36±0,06	106,0	104,6
10,0	3,85±0,07	5,78±0,08	105,7	95,0

Таблица 2
Влияние нанобиосеребра на накопление биомассы проростков пшеницы после замачивания семян в течение 24 ч

Концентрация нанобиосеребра, мг/дм ³	Накопление биомассы			
	масса сухого вещества корней, мг	масса сухого вещества надземной части, мг	масса сухого вещества корней, %	масса сухого вещества надземной части, %
0	3,55±0,03	5,92±0,07	100,0	100,0
0,01	4,31±0,05	7,59±0,08	121,4	128,2
0,1	4,03±0,04	6,74±0,08	113,5	113,8
1,0	4,04±0,04	6,76±0,07	113,8	114,2
10,0	4,09±0,05	6,46±0,07	115,2	109,1

Таблица 3
Влияние пролонгированного действия нанобиосеребра на накопление биомассы проростков пшеницы

Концентрация нанобиосеребра, мг/дм ³	Накопление биомассы			
	масса сухого вещества корней, мг	масса сухого вещества надземной части, мг	масса сухого вещества корней, %	масса сухого вещества надземной части, %
0	4,32±0,03	6,85±0,06	100,0	100,0
0,01	4,09±0,04	6,97±0,06	94,7	101,7
0,1	3,77±0,03	6,76±0,07	87,2	98,6
1,0	4,11±0,04	6,35±0,05	95,1	92,7
10,0	3,34±0,03	6,34±0,06	77,3	92,5

Внешний вид 7-дневных проростков пшеницы после обработки семян растворами нанобиосеребра представлен на рисунке.



Рис. Внешний вид 7-дневных проростков пшеницы после обработки семян растворами нанобиосеребра: а) экспозиция 4 ч; б) экспозиция 24 ч; в) пролонгированное действие; 1 – контроль (без нанобиосеребра); 2 – 0,01 мг/дм³; 3 – 0,1 мг/дм³; 4 – 1,0 мг/дм³; 5 – 10,0 мг/дм³.

Известно, что стимуляция ростовых процессов наночастицами серебра осуществляется при прорастании семян на ранних этапах онтогенеза, оказывая значительное влияние на систему антиоксидантной защиты растений [9, 10]. Можно предположить, что полученные результаты влияния нанобиосеребра на рост и развитие семян пшеницы связаны с изменением количества наночастиц серебра,

сорбированных семенной оболочкой в зависимости от времени обработки, что способствует увеличению проницаемости воды и питательных веществ через семенную оболочку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые исследовано влияние времени обработки композицией нанобиосеребра семян пшеницы на их рост и развитие.
2. Показано, что максимальный прирост биомассы сухого вещества надземной части наблюдался при замачивании семян в течение 24 часов в растворах нанобиосеребра с концентрацией 0,01 мг/дм³.
3. Проращивание семян в течение 7 дней в растворах с теми же концентрациями нанобиосеребра вызывало угнетение ростовых процессов корней и надземной части проростков пшеницы.

Список литературы

1. Brunner T.I. In vitro cytotoxicity of oxide nanoparticles: comparison to asbestos, silica and effect of particle solubility / T.I. Brunner, P. Wick, P. Manser, P. Spohn // *Environ. Sci. and Tech.* – 2006. – Vol. 40. – P. 4347-4381.
2. Фолманис Г.Э. Ультрадисперсные металлы в сельскохозяйственном производстве / Г.Э. Фолманис, Л.В. Коваленко. – М.: ИМЕТ РАН, 1999. – 80 с.
3. Пролонгированное воздействие ультрадисперсных порошков металлов на семена злаковых культур / В.Н. Селиванов, Е.В. Зорин, Е.Н. Сидорова [и др.] // *Перспективные материалы.* – 2001. – № 4. – С. 66-69.
4. Таран Н.Ю. Технологія екологічно безпечного використання нанопрепаратів у адаптивному рослинництві / Н.Ю. Таран, Л.М. Бацманова, К.Г. Лопатько, С.М. Каленська // *Фізика живого.* – 2011. – Т. 19, № 2. – С.54-58.
5. Metallic Ag nanoparticles affect growth, photosynthesis, redox and calcium balance in *Arabidopsis thaliana* plants / A. Sosan, S. Subramaniam, T. Lawson [et al.] / *International conference «Plant Cell Biology and Biotechnology»* Minsk, February 13–15. – 2013. – P. 86.
6. Пат. 10539 Украина, МКИ7 А 61 К 33/38, А 61 К 31/715. Спосіб отримання водорозчинної бактерицидної композиції, що містить наночастки срібла / Юркова І. М., Естрела-Льопіс В. Р., Рябушко В. І., Рябушко Л. І. ; заявник та власник патенту Таврійський національний університет імені В. І. Вернадського. – № u2001128682 ; заявл. 13.05.05 ; опубл. 15.11.05. Бюл. № 11.
7. The investigation of influence of nanobiosilver on wheat germination and silver accumulation in grains / A.V. Omel'chenko, I.N. Yurkova, I.A. Bugara [et al.] // *Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University.* – Series: Biology, chemistry. – 2013. – Vol. 26 (65), No. 1. – P. 146-152.
8. Salama H. Effects of silver nanoparticles in some crop plants, Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.) / H. Salama // *J. Biotechnology.* – 2012. – Vol. 3 (10). – P. 190–197.
9. Labraba X. Effect of foliar applications of silver nitrate and ear removal on dioxide assimilation in wheat flag leaves during grainfilling / X. Labraba, J.L. Araus // *Field Crops Res.* – 1991. – Vol. 28. – P. 149-162.
10. Effect of nano silver and silver nitrate on seed yield of borage / M. Seif Sahandi, A. Sorooshzadeh, S. Rezazadeh, H. A. Naghdibadi // *J. of Med. Plants Res.* – 2011. – Vol. 5. – P. 171-175.

Юркова І.М. Вплив часу обробки композицією нанобіосрібла насіння пшениці на їх ріст і розвиток / І.М. Юркова, О.В. Омельченко, І.А. Бугара // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 246-252.

У роботі досліджено стимулюючу дію водорозчинної композиції нанобіосрібла на ріст і розвиток насіння пшениці залежно від часу їх обробки. Встановлено, що максимальний приріст маси сухої речовини коренів і надземної частини спостерігалось при замочуванні насіння в розчинах

нанобіосрібла з концентрацією 0,01 мг/дм³. Подальше збільшення концентрації нанобіосрібла призводило до зниження стимулюючої дії, а збільшення часу обробки до пригнічення ростових процесів.

Ключові слова: нанобіосрібло, накопичення срібла, зерно пшениці, проростання.

THE INFLUENCE OF TIME TREATMENT NANOBIO SILVER COMPOSITION OF WHEAT SEEDS ON THEIR GROWTH AND DEVELOPMENT

Yurkova I.N., Omelchenko A.V., Bugara I.A.

Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Ukraine

E-mail: nanosilver@rambler.ru

Now the one of perspective direction of investigation is application of nanotechnology in plant science. The aim of this study was investigation of the influence of nanosilver composition on the growth and development of wheat seeds in dependence from their treatment time.

The objects of investigation were wheat seeds (*Triticum aestivum* L.) sort Odesskaya 267, and water-soluble silver bactericidal nanobio composition obtained by reduction and stabilization of the Ag⁺ cations by sodium alginate. Seeds were soaked in the nanobiosilver solution with concentration 0,01; 0,1; 1,0 and 10,0 mg/dm³ during 4 and 24 hours, and then placed on moist filter paper in Petri dishes and were grown in incubator at 24 °C for 7 days. For investigation of the long-acting seeds were germinated in Petri dishes in the nanobiosilver solutions under the same conditions. Biomass seedling roots and above-ground part measured by the conventional gravimetric method, fixing plant material for 5 minutes at 110 °C and continue to dry till constant weight at 60 °C.

It was revealed that the maximum increase of dry weight of roots and above-ground part was observed at soaking seeds in the solution of nanobiosilver with concentration 0,01 mg/dm³ during 24 hours and was 21,4 % and 28,2 % respectively. Further increased of nanobiosilver concentration led to decrease of stimulating action. However, compared with the control inhibition of growth processes is not mentioned .

When soaking the seeds during 4 hours maximum increase of dry weight was also observed at a concentration of nanobiosilver 0,01 mg/dm³, but the effect was significantly lower than in comparison of 24-hours soaking and it was at the roots – 11,8 %, at the above-ground part – 5,7 %. The concentration of nanobiosilver 10,0 mg/dm³ inhibits the growth of the Found that the maximum increase of dry weight of roots and above-ground portion was observed by soaking seeds in a solution with a concentration of 0,01 dm³ nanobiosilver for 24 hours and was 21,4 % and 28,2 % respectively. Further increased concentration led to a decrease nanosilver stimulating action. However, compared with the control inhibition of growth processes is not mentioned .

When soaking the seeds for 4 hours maximum increase of dry weight was also observed at a concentration of nanobiosilver 0,01 mg/dm³, but the effect was significantly lower than the 24 hours soak the roots – 11,8 %, in the above-ground part – 5,7 %. The concentration of nanobiosilver 10,0 mg/dm³ inhibits the growth of the above-ground parts of seedlings.

The study of the prolonged action of nanobiosilver solution during 7 days showed that the concentrations 0,01 – 10,0 mg/dm³ inhibit the growth processes of the root and above part of wheat seedlings in comparison with the control.

Keywords: nanobiosilver, wheat, seeds, growth, development.

References

1. Brunner T.I. In vitro cytotoxicity of oxide nanoparticles: comparison to asbestos, silica and effect of particle solubility / T.I. Brunner, P. Wick, P. Manser, P. Spohn // *Environ. Sci. and Tech.* – 2006. – Vol. 40. – P. 4347-4381.
2. Folmanis G.E. Ultradispersivne metally v selskokhozyaystvennom proizvodstve / G.E. Folmanis, L.V. Kovalenko. – M.: IMET RAN, 1999. – 80 s.
3. Prolongirovannoye vozdeystviye ultradispersnykh poroshkov metallov na semena zlakovykh kultur / V.N. Selivanov, Ye.V. Zorin, Ye.N. Sidorova [i dr.] // *Perspektivnyye materialy.* – 2001. – № 4. – S. 66-69.
4. Taran N.Yu. Tekhnologiya yekologichno bezpechnogo vikoristannya nanopreparativ u adaptivnomu roslinnitstvi / N.Yu. Taran, L.M. Batsmanova, K.G. Lopatko, S.M. Kalenska // *Fizika zhivogo.* – 2011. – T. 19, № 2. – S. 54-58.
5. Metallic Ag nanoparticles affect growth, photosynthesis, redox and calcium balance in *Arabidopsis thaliana* plants / A. Sosan, S. Subramaniam, T. Lawson [et al.] // *International conference «Plant Cell Biology and Biotechnology»* Minsk, February 13–15. – 2013. – P. 86.
6. Pat. 10539 Ukraina, MKI7 A 61 K 33/38, A 61 K 31/715. Sposib otrimannya vodorozchinnoi bakteritsidnoi kompozitsii, shcho mistit nanochastinki sribla / Yurkova I. M., Estrela-Llopis V. R., Ryabushko V. I., Ryabushko L. I. ; zayavnik ta vlasnik patentu Tavriyskiy natsionalniy universitet imeni V. I. Vernadskogo. – № u200504475 ; zayavl. 13.05.05 ; opubl. 15.11.05. Byul. № 11.
7. The investigation of influence of nanobiosilver on wheat germination and silver accumulation in grains / A.V. Omel'chenko, I.N. Yurkova, I.A. Bugara [et al.] // *Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University.* – Series: Biology, chemistry. – 2013. – Vol. 26 (65), No. 1. – P. 146-152.
8. Salama H. Effects of silver nanoparticles in some crop plants, Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.) / H. Salama // *J. Biotechnology.* – 2012. – Vol. 3 (10). – P. 190–197.
9. Labraba X. Effect of foliar applications of silver nitrate and ear removal on dioxide assimilation in wheat flag leaves during grainfilling / X. Labraba, J.L. Araus // *Field Crops Res.* – 1991. – Vol. 28. – P. 149-162.
10. Effect of nanosilver and silver nitrate on seed yield of borage / M. Seif Sahandi, A. Sorooshzadeh, S. Rezazadeh, H. A. Naghdibadi // *J. of Med. Plants Res.* – 2011. – Vol. 5. – P. 171-175.

Поступила в редакцию 02.09.2013 г.