

## СТРУКТУРА ВРОЖАЮ РОСЛИН СОЇ ПІД ВПЛИВОМ НАНОМЕТАЛІВ НА ЧОРНОЗЕМАХ ТИПОВИХ

*Наведено результати досліджень впливу комплексного розчину нанорозмірних біогенних металів на структуру врожаю і врожайність сої на чорноземах типових. Встановлено, що передпосівна обробка насіння комплексом наночастинок і додаткове обприскування посівів у фазу бутонізації комплексом наночастинок металів подвійний концентрації сприяли зростанню врожайності досліджуваних сортів сої.*

**Вступ.** В Україні існують виключно сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування сої, тому цілком логічним є те, що впродовж останніх 20 років в державі спостерігається стаłe розширення посівних площ та валових зборів. Якщо у 2005 році цю культуру в Україні вирощували на площі 422 тис. га, то у 2011 вона зросла до 1129 тис.га. Світова площа при цьому зросла з 93 млн. га у 2005 році до 104 млн.га. у 2011 році. Відповідно збільшувався й валовий збір, який у минулому році становив 1,7 млн т, що в 2,7 рази перевищило рівень 2005 року. За прогнозами асоціації «Укроліяпром», у 2012 році планується зібрати 2 млн т. При цьому урожайність очікується на рівні 17,7 ц/га [1, 5]. При дотриманні рекомендованих технологій вирощування та проведенні агротехнічних заходів досягається урожайність від 2,5 і вище т/га. Враховуючи витрати на 1 га 5,5-6,0 тис. грн, середню ціну реалізації 4,5 тис. грн/т, рентабельність виробництва сої становитиме понад 100%. Така прибутковість дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 1 грн на кожну гривню, вкладену у її виробництво [5].

Використання наноелектротехнологій в рослинництві призводить до впровадження в практику АПК принципово нових технологій з виробництва сільськогосподарської сировини, матеріалів, продуктів харчування та кормів [9]. Основними перевагами наноматеріалів є їх надзвичайно малий розмір (кілька сотень атомів) і практично повна хімічна й електрична нейтральність. Наночастинки за такою технологією вкриваються наногідратними оболонками, які у свою чергу легко замінюються оболонками з органічних молекул, найближчих за біосумісністю з тим або іншим видом рослин. Останні обставини визначають максимально швидке проникнення наночастинок металів у рослинні клітини, а кількість самих частинок може бути істотно зменшеною. Повна відсутність чутливості до електростатичних полів означає не тільки швидку проникність, але й більш ефективну дію наночастинок. Залежно від складу наноматеріалів, наявності в них тих або інших біогенних наночастинок вони можуть бути фунгіцидами, стимуляторами росту або фоліарами [4, 6].

*Мета досліджень.* З'ясувати вплив біологічно-активних препаратів на основі нанорозмірних частинок металів на формування фотосинтетичного апарату рослин сої для обґрунтування перспективи їх використання в технології вирощування культури.

**Матеріали та методика досліджень.** Польові дослідження проводили на полях кафедри рослинництва у ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. Агрохімічні показники (0-30 см): гумус за Тюрнімом – 4,38-4,53 %; рН (сольове) – 6,8-7,3; ємність поглинання 30,7-32,5 мг-екв. на 100 г ґрунту. У шарі 0-20 см загального азоту міститься 0,27-0,31%, фосфору – 0,15-0,25 %, калію – 2,3-2,5 % [3]. Агротехніка у досліді загальноприйнята для північного Лісостепу. Сою висівали при температурі ґрунту на глибині загортання насіння 10-12 °С, овочевою сівалкою СОН-4,2. Загальна площа елементарної ділянки – 84 м<sup>2</sup>, облікової – 52,8 м<sup>2</sup>. Повторність досліді чотириразова [2]. Під передпосівну культивуацію вносили мінеральні добрива з розрахунку N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>. Норма висіву сої – 700 тис. насінин на 1 га. Для боротьби з бур'янами проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) і базагран (2,0 л/га).

Дослід був трифакторним: фактор А – рекомендовані для зони Лісостепу сорти сої: ультраранній Аннушка, ранньостиглий Антошка та середньоранній Смуглянка (ПП «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік», м. Кіровоград); фактор Б – обробка насіння

запатентованим (патент України на корисну модель №38459) маточним колоїдним розчином комплексу (Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Zn, Ag) наночастинок металів, одинарної (120 мг/л) та подвійної (240 мг/л) концентрації; фактор В – обприскування посівів сої маточним колоїдним розчином комплексу наночастинок металів одинарної (120 мг/л) та подвійної (240 мг/л) концентрації. Розчин являє собою неіонний колоїдний розчин наночастинок металів ( $10^{-9}$ ), отриманий диспергуванням гранул імпульсами електричного струму у воді [8].

Структуру врожаю (кількість рослин на одиниці площі; висота рослин; висота кріплення нижнього боба, кількість бобів на рослині, аналіз бобів: довжина, кількість насінин, маса насіння в бобі, маса 1000 насінин) визначали в лабораторних умовах. Облік урожаю – методом суцільного обмолоту кожної ділянки з наступним перерахунком на 100% чистоту та 14% вологість.

**Результати досліджень.** На реалізацію потенціалу продуктивності досліджуваних сортів сої нами виявлено значний вплив наночастинок металів. Серед варіантів досліду з обробки комплексом наночастинок металів досить суттєво на впливала на зав'язування плодів на рослинах сої обробка насіння розчином наночастинок металів в подвійній концентрації КНМ 2 та додаткове обприскування посівів у фазу цвітіння КНМ 2 (табл.1). Зокрема, при обробці насіння КНМ 1 висота рослин сої сорту Аннушка в 2010 році у фазу повної стиглості досягла 92,6 см, при обробці насіння КНМ 2 – 92,8 см. Деякі більші показники висоти спостерігались у сорту Аннушка при обробці насіння та посівів у фазу бутонізації КНМ одинарної і подвійної концентрації, - за подвійної концентрації сорт Аннушка формував висоту - 95,5 см.

Таблиця 1

**Структура врожаю сої залежно від обробки комплексом наночастинок металів (2010 р.)**

Варіант досліджень	Висота рослин, см	Висота кріплення нижніх бобів, см	К-ть бобів на рослині, шт.	Довжина бобів, см	К-ть насінин бобі, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г	Маса насінин, г	Урожайність, т/га
<b>Сорт Аннушка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	91,4	12,7	20,6	4,1	3,06	5,8	135,2	2,16
Обробка насіння КНМ 1	92,6	13,0	21,6	4,2	3,05	5,8	135,8	2,46
Обробка насіння КНМ 2	92,8	12,9	21,2	4,1	3,08	5,9	135,3	2,63
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	91,3	12,8	20,8	4,1	3,02	5,8	135,1	2,19
Обробка насіння КНМ 1 + обприскування посівів КНМ 1	94,6	13,5	23,8	4,4	3,08	6,1	137,6	2,92
Обробка насіння КНМ 2 + обприскування посівів КНМ 2	95,5	13,4	23,9	4,3	3,10	6,3	138,4	2,98
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>						<i>0,24</i>		
<b>Сорт Антошка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	92,7	15,4	18,0	4,0	2,41	4,5	150,2	2,08
Обробка насіння КНМ 1	94,1	15,6	18,7	4,1	2,42	5,4	152,6	2,44
Обробка насіння КНМ 2	94,3	16,1	18,0	4,1	2,45	5,5	151,0	2,48
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	93,4	15,0	18,1	4,1	2,43	5,1	150,6	2,09
Обробка насіння КНМ 1 + обробка посівів КНМ 1	96,7	16,6	19,5	4,2	2,45	5,6	154,3	2,69
Обробка насіння КНМ 2 + обробка посівів КНМ 2	97,3	16,9	20,3	4,1	2,48	5,8	154,5	2,74
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>						<i>0,42</i>		
<b>Сорт Смуглянка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	108,2	10,6	18,0	3,5	1,82	3,5	125,8	1,78
Обробка насіння КНМ 1	109,7	10,9	18,2	3,3	1,84	4,3	124,3	2,20
Обробка насіння КНМ 2	109,2	11,9	18,8	3,4	1,96	4,8	126,9	2,25
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	108,3	10,9	18,1	3,3	1,83	4,2	126,5	1,90
Обробка насіння КНМ 1 + обробка посівів КНМ 1	113,6	12,1	19,0	3,5	2,18	5,2	128,1	2,14
Обробка насіння КНМ 2 + обробка посівів КНМ 2	111,8	12,2	19,5	3,5	2,21	5,4	125,6	2,33
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>						<i>0,18</i>		

Сорт Смоглянка також при обробці насіння та посівів КНМ 2 показав найвищі показники висоти – 111,8 см. На варіантах з обробкою насіння розчинами наночастинок металів висота кріплення бобів від кореневої шийки в 2010 році була на рівні 12,7-13,5 см у сорту Аннушка, 15,0-16,9 см у сорту Антошка і 10,6-12,2 см у сорту Смоглянка. Кількість бобів на рослинах сої в ультрараннього сорту Аннушка в 2010 році залежно від варіанту використання нанометалів варіювала в межах 20,6-23,9 шт; в ранньостиглого сорту Антошка – в межах 18,0-2,3 шт, в середньостиглого Смоглянка – 18,0-19,5 шт. Вищу врожайність в 2010 році формували ранні сорти сої Аннушка (2,16-2,98 т/га) і Антошка (2,08-2,74 т/га).

В 2011 році склалися сприятливі умови для цвітіння-запилення сої, формування та наливу зерна, тому показники кількості бобів на рослинах, кількості насінин в бобах, маси насіння з 1 рослини були вищими, ніж аналогічні показники у 2010 році. Так, кількість бобів на рослинах сої сорту Аннушка в 2011 році зростала від 32,9 до 38,2 шт залежно від застосування розчину нанометалів. Збільшення на рослині кількості плодів і насінин в них зумовило зниження крупності останніх, однак маса насіння з рослини при цьому зростала. Маса 1000 насінин досліджуваних сортів сої у 2010 році була вищою ніж у 2011 році за рахунок формування меншої кількості насінин в бобах і крупнішого насіння в цілому. Довжина бобів залишалася стабільною сортовою ознакою і варіювала по роках досліджень в доволі незначних межах (табл. 2).

Таблиця 2

**Структура врожаю сої залежно від обробки комплексом наночастинок металів (2011 р.)**

Варіант досліджень	Висота рослини, см	Висота кріплення нижніх бобів, см	К-ть бобів на рослині, шт.	Довжина бобів, см	К-ть насінин бобі, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
<b>Сорт Аннушка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	96,7	15,1	32,9	4,2	3,13	6,4	121,0	2,36
Обробка насіння КНМ 1	98,1	15,3	34,5	4,2	3,15	6,4	121,5	3,02
Обробка насіння КНМ 2	98,3	15,4	33,9	4,1	3,19	6,5	121,1	3,03
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	97,4	15,0	33,2	4,2	3,16	6,4	121,9	2,38
Обробка насіння КНМ 1 + обприскування посівів КНМ 1	102,7	15,5	38,1	4,3	3,19	6,7	123,0	3,30
Обробка насіння КНМ 2 + обприскування посівів КНМ 2	103,3	15,6	38,2	4,3	3,22	6,9	123,7	3,34
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>							<i>0,14</i>	
<b>Сорт Антошка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	101,4	18,2	30,6	4,1	2,95	4,6	145,7	2,20
Обробка насіння КНМ 1	105,6	18,4	31,8	4,1	3,15	4,8	147,9	2,60
Обробка насіння КНМ 2	104,8	18,6	34,5	4,2	3,18	5,2	146,4	2,68
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	100,5	18,5	31,6	4,0	3,02	4,7	146,0	2,15
Обробка насіння КНМ 1 + обробка посівів КНМ 1	108,6	19,0	33,2	4,3	3,30	5,5	149,4	2,95
Обробка насіння КНМ 2 + обробка посівів КНМ 2	109,5	19,1	34,6	4,2	3,28	5,7	149,6	3,03
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>							<i>0,16</i>	
<b>Сорт Смоглянка</b>								
Контроль 1 (обробка насіння водою)	112,2	13,0	25,2	3,6	2,55	3,8	123,5	2,30
Обробка насіння КНМ 1	113,7	13,3	25,5	3,7	2,58	4,7	122,1	2,24
Обробка насіння КНМ 2	113,2	13,2	26,3	3,8	2,74	5,2	128,1	2,31
Контроль 2 (обробка насіння водою + обприскування посівів водою)	113,3	13,1	25,3	3,5	2,56	4,6	124,1	2,27
Обробка насіння КНМ 1 + обробка посівів КНМ 1	117,6	13,8	26,6	3,6	3,05	5,7	125,6	2,25
Обробка насіння КНМ 2 + обробка посівів КНМ 2	115,8	13,7	27,3	3,6	3,09	5,9	123,3	2,53
<i>НІР<sub>0,5</sub></i>							<i>0,11</i>	

Аналіз структури врожаю сої показав, що кількість бобів на рослинах сої найвищою була за передпосівної обробки насіння та обробки посівів у фазу бутонізації КНМ 1 та КНМ

2 – 38,1 та 38,2 шт у сорту Аннушка зокрема при 33,2 шт на контрольному варіанті. Обробка насіння розчинами наноелементів зумовлювала збільшення кількості насінин у бобі: від 3,13 шт. на контролі до 3,22 шт. на варіанті обробки насіння КНМ 2 + обприскування посівів КНМ 2 у фазу бутонізації у сорту сої Аннушка; від 2,95 до 3,28 шт. насінин у сорту Антошка і від 2,55 до 3,09 шт. насінин у сорту Смуглянка. Маса 1000 насінин сої сорту Аннушка в цілому по досліді варіювала в межах від 121,0 до 123,7 г, у сорту Антошка – від 145,7 до 149,6 г, у сорту Смуглянка – від 122,1 до 125,6 г. В 2011 році ультраранній сорт Аннушка залежно від варіанту досліджень формував врожайність на рівні 2,36-3,34 т/га, ранньостиглий сорт Антошка – 2,15-3,03 т/га, середньоранній сорт Смуглянка – 2,30-2,53 т/га. Разом з цим, на варіантах досліджень із застосуванням розчинів нанометалів маса 1000 насінин зростала і вищою була при обробці насіння сої розчином наночастинок КНМ 2 + обприскування посівів КНМ 2 у фазу бутонізації – 123,7 г (Аннушка) і 149,6 г (Антошка); розчином КНМ 1 + обприскування посівів КНМ 1 у фазу бутонізації – 123,0 і 149,4 г відповідно.

**Висновки.** Вищу за роки проведення досліджень врожайність сої було отримано нами за передпосівної обробки насіння сої розчинами наночастинок металів + обприскування посівів КНМ 1 – 3,11 т/га в ультрараннього сорту Аннушка, 2,74 т/га у ранньостиглого сорту Устя та 2,24 т/га у середньостиглого сорту Смуглянка. Максимальна в досліді врожайність сої одержана на варіанті з обробкою насіння КНМ 2 + обприскування посівів КНМ 2 – 3,16 т/га у сорту Аннушка, 2,89 т/га у сорту Антошка та 2,39 т/га у сорту Смуглянка.

#### Список використаних літературних джерел

1. Гаркавенко Ю. Олійний прогноз [Електронний ресурс] : Газета «Агробізнес сьогодні». – 2011. – №10 (209). – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/428.html?ed=39>
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Дубровіна Н.Я. Ґрунти агрономічної дослідної станції “Митниця” Васильківського району Київської області // Наукові праці Укр. с.-г. академії, вип. 123. / Біологія і агротехніка польових культур в Поліссі і Лісостепу УРСР / Н.Я.Дубровіна, О.М.Аксіом. К., 1974. С.3-17.
4. Каплуненко В.Г. Нанотехнологии в сельском хозяйстве / Каплуненко В.Г., Косинов Н.В., Бовсуновский А.Н. // Зерно, № 4 (25). – 2008. – с. 47-54.
5. Маслак О. Привабливість ринку сої [Електронний ресурс] : Газета «Агробізнес сьогодні». – 2011. – №18 (217). – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/component/content/article/32-2011-05-11-22-31-13/637-2011-09-21-10-30-59.html>
6. Машков О. [Нанотехнології в Україні: прискорення чи гальмування. 2009-02-18 \[Електронний ресурс\]](http://kyiv-region.edc.org.ua/ua/publications/5467_Nanotehnologii_v_Ukraini_pryskorennya_chy_galmuvann) - Режим доступу: [http://kyiv-region.edc.org.ua/ua/publications/5467\\_Nanotehnologii\\_v\\_Ukraini\\_pryskorennya\\_chy\\_galmuvann](http://kyiv-region.edc.org.ua/ua/publications/5467_Nanotehnologii_v_Ukraini_pryskorennya_chy_galmuvann)
7. Методика Державного сорто випробування сільськогосподарських культур. – К., 2004. – Вип. 3. – 78 с.
8. Пат. 38459 України на корисну модель. Маточний колоїдний розчин металів / К.Г. Лопатько, Є.Г. Афанділянц, О.Л. Тонха, С.М. Каленська; заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України: зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України 12.01.2009.
9. Таланчук П., Малишев В. Становлення й розвиток нанотехнологій у світі і в Україні: використання інтелектуального капіталу, тенденції розвитку [Електронний ресурс]: Газета «Університет «Україна». – 2009. - № 10-11. – Режим доступу: <http://www.vmurol.com.ua>.

**Аннотації.** *Приведены результаты исследований влияния комплексного раствора наноразмерных биогенных металлов на структуру урожая и урожайность сои на черноземах типичных. Установлено, что предпосевная обработка семян комплексом наночастиц и дополнительное опрыскивание посевов в фазу бутонизации комплексом наночастиц металлов двойной концентрации способствовали росту урожайности исследуемых сортов сои.*

**Annotation.** *Results on the effect of integrated nutrient solution nanoscale metal on the structure of the harvest, and soybean yields in typical chernozems. Found that pre-sowing seed treatment with an additional set of nanoparticles and spraying of crops in the budding complex of the double concentration of metal nanoparticles contributed to the growth yield of soybean cultivars studied.*