

DOI: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-15

УДК 633.34:631.53.01:631.67(477.7)

¹Л. В. ТИТОВА, кандидат біологічних наук

²О. Д. ДУБИНСЬКА, аспірант

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства НААН

вул. 40 років Перемоги, 16, с. Тавричанка Каховського р-ну Херсонської обл.,

74862, e-mail: klenova-dubinskaelena76@ukr.net

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ БУЛЬБОЧКОВИМИ Й ЕНДОФІТНИМИ БАКТЕРІЯМИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати наукових досліджень зі встановлення продуктивності різних за скоростиглістю сортів сої залежно від комплексної інокуляції насіння бульбочковими та ендоефітними бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*, що входять до складу комплексного препарату Ризобін^К, а також за їх сумісного застосування з окремими штамми ендоефітних бактерій (*Raenibacillus* sp.1, *Vaccillus* sp.4, *Brevibacillus* sp.5, *Pseudomonas* sp.6) та *Bacillus megaterium* УКМ В-5724. Застосування штамів бульбочкових й ендоефітних бактерій при інокуляції посівного матеріалу істотно вплинуло на урожайність насіння різностиглих сортів сої. Максимальна урожайність ультраскоростиглого сорту Діона сформувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Vaccillus* sp.4 – 3,19 т/га, середньораннього сорту Аратта – 2,75 т/га. Найменшу врожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,32 т/га сорту Діона і 2,27 т/га – сорту Аратта. Доведено, що за інокуляції насіння сої, порівняно з контрольними варіантами, суттєво збільшується загальна кількість бобів на рослинах, а також насіння в одному бобі, що сприяє підвищенню урожайності сорту Діона на 0,85–0,87 т/га і сорту Аратта – на 0,47–0,48 т/га. Застосування інокуляції насіння сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями комплексно з іншими агротехнічними заходами дозволяє знижувати хімічне навантаження на земельні ресурси, що сприяє істотному поліпшенню якості вирощуваної продукції. Найбільше виживало рослин сорту Діона за інокуляції насіння Ризобін^К + *Vaccillus* sp.4 – 88,4 %, відповідно сорту Аратта – Ризобін^К + *B. Megaterium* УКМ В-5724 – 94,5 %. Вміст білка на рівні 39,06–39,28 % спостерігався в насінні сорту Діона у варіантах Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6, по сорту Аратта Ризобін^К + *Vaccillus* sp.4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 складав 39,26–39,29 %. Максимальний збір білка і жиру отримано за інокуляції насіння Ризобіном^К + *Vaccillus* sp.4, який за

© Титова Л. В., Дубинська О. Д., 2020

вирощування сорту Діона в середньому за 2017–2019 рр. досягав 1222 кг/га і 560 кг/га, а сорту Аратта – 1080 кг/га та 512 кг/га відповідно.

Ключові слова: соя, насіння, інокуляція, бульбочкові бактерії, ендوفіти, урожайність, вміст білка, вміст жиру.

¹Ludmyla Tytova, ²Olena Dubinska

¹Institute of Microbiology and Virology. D.K. Zabolotny NAS of Ukraine

²Askaniyska State Agricultural Experimental Station at the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine

Productivity of soybean varieties depending on the inoculation of seeds with nodulous and endophytic bacteria in the conditions of irrigation of South Steppe of Ukraine

Results of studies to establish the productivity of soybean varieties of different maturity, depending on the complex inoculation of seeds with nodulous and endophytic bacteria Rizobin^K as well as their combined use with endophytic bacteria (*Paenibacillus* sp.1, *Bacillus* sp.4, *Brevibacillus* sp.5, *Pseudomonas* sp.6) and *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 are presented. The application of strains of nodulous and endophytic bacteria during inoculation of seed material significantly affected the yield of different soybean varieties. The maximum yield of Diona variety was formed during pre-sowing inoculation of seeds Risobin^K + *Bacillus* sp.4 – 3,19 t/ha, Aratta variety – 2,75 t/ha. The lowest yield of both sorts of soy was obtained in the version Control 1 (without water treatment of seeds) – 2,32 t/ha Dione variety and 2,27 t/ha – Aratta variety. It is proved that upon inoculation of soybean seeds, in comparison with control variants, the total number of beans on plants, increases significantly, as well as seeds in one bean. This contributes to higher yields of ultra-ripe seeds variety Dion, by 0,85–0,87 t/ha and medium early Aratta varieties – by 0,47–0,48 t/ha. The use of inoculation of soybean seeds with nodulous and endophytic bacteria in combination with other agrotechnical measures can reduce the chemical load on land resources, which contributes to a significant improvement in the quality of the grown products. The most surviving were plants of the variety Dion by inoculation of seeds with Rizobin^K + *Bacillus* sp.4 – 88,4 %, respectively, the variety Aratta – Rizobin^K + *B. Megaterium* UKM В-5724 – 94,5 %. Content of protein, at the level of 39,06–39,28 %, was observed in the seeds of Diona sort in variants Rizobin^K + *Brevibacillus* sp.5 and Rizobin^K + *P. brassicacearum* 6, on the sort of Aratta Rizobin^K + *Bacillus* sp.4 and Rizobin^K + *P. brassicacearum* 6 it was 39,26–39,29 %. The maximum yield of protein and fat was obtained by seed inoculation with Rizobin K + *Bacillus* sp.4, which on average for 2017–2019 reached 1222 kg/ha and 560 kg/ha during cultivation of the Dion variety, and 1080 kg / ha and 512 kg / ha, respectively of the Aratta variety.

Key words: soy, seeds, inoculation, nodulous bacteria, endophytes, productivity, protein content, fat content.

Вступ. Соя одна з найстародавніших сільськогосподарських культур, її вирощують у багатьох країнах світу. Це важлива

зернобобова культура для продовольчих, технічних, кормових та лікарських цілей, яка стала основною для виробництва рослинного білка та олії у світі [1, 4, 9, 14, 31, 32]. За даними багатьох учених, соя в симбіозі з бульбочковими бактеріями може засвоїти близько 50–70 % потрібного їй азоту, таким чином, вона здатна накопичувати в ґрунті після збирання врожаю до 80–100 кг/га симбіотичного азоту. Вона є одним із кращих попередників для зернових, овочевих та інших культур [2, 18, 25]. Тому сучасне сільське господарство зацікавлене у виробництві екологічно чистої продукції з найменшими затратами і мінімальним ризиком до навколишнього середовища.

Впровадження у виробництво енергоощадних технологій вирощування сої, які в сучасних умовах господарювання дозволять отримати додаткові джерела мінерального живлення рослин, забезпечують високі і сталі урожаї культури. Такі технології базуються на використанні інокулянтів, створених на основі живих клітин мікроорганізмів [2, 3, 4, 5, 26, 28]. В останні 20–30 років ставлення до мікробних препаратів і самої ідеї штучної бактеризації кардинально змінилося. У наш час встановлено явище асоціативної азотфіксації, доведено винятково важливе значення ризосферної мікрофлори в забезпеченні сільськогосподарських культур необхідними поживними речовинами, значною мірою вивчено особливості взаємовідносин мікроорганізмів з рослинами [8, 10, 11, 17, 33]. Саме мікроорганізми перетворюють недоступні рослинам сполуки в мобільні, оптимальні для метаболізму [7, 13, 15, 21, 22, 24]. Тому рослини, забезпечені повноцінним комплексом мікроорганізмів, здатні одержувати достатнє живлення і, як результат, реалізувати свій потенціал щодо формування високих урожаїв [12, 23, 27, 29]. Проте питання про ефективну сумісність ендofітних бактерій з ризобіями зернобобових культур ще мало вивчене, хоч об'єднання властивостей азотфіксуючої та рістрегулюючої функцій мікробного співтовариства ендofітних бактерій з господарського погляду є дуже цінним [19]. Тому досконале вивчення механізмів вказаних взаємовідносин є надзвичайно важливим для подальшого розвитку наявних наукових знань про мікробно-рослинний симбіоз зернобобових рослин, а саме рослин сої. Одним із таких заходів є застосування передпосівної інокуляції насіння сої бульбочковими й ендofітними бактеріями в умовах зрошення.

Матеріали і методи. Метою наукових досліджень було встановлення впливу комплексної інокуляції насіння новими штамми ендofітних бактерій сумісно з бульбочковими бактеріями на

формування урожаю різних за скоростиглістю сортів сої в умовах зрошення півдня України.

Польовий дослід з удосконалення ресурсощадної технології вирощування насіння різних за скоростиглістю сортів сої проводили на Асканійській ДСДС Інституту зрошуваного землеробства НААН, розташованій в с. Тавричанка Каховського району Херсонської області. Ґрунти – темно-каштанові середньосуглинкові, з глибиною гумусного шару 45–50 см. Вміст гумусу (за Тюрніним) в орному шарі становить 2,15 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 50,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигініним) – 24,0 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 400 мг/кг ґрунту. Найменша вологоємність 0–50 см шару – 22,6 %; 0–70 см – 22,0 і 0–100 см – 21,3 %; вологість в’янення, відповідно, – 9,8 %; 9,7 і 9,5 % до ваги абсолютно сухого ґрунту.

Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплення ділянок, де головні ділянки (ділянки першого порядку, фактор А) – сорти сої ультраскоростиглий (Діона) і середньоранній (Аратта). Ділянки другого порядку (субділянки, фактор В) – варіанти передпосівної обробки насіння: 1 – контроль 1 (без обробки насіння); 2 – контроль 2 (обробка насіння водою); 3 – Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); 4 – Ризобін^К + *Paenibacillus* sp.1; 5 – Ризобін^К + *Bacillus* sp.4; 6 – Ризобін^К + *Brevibacillus* sp.5; 7 – Ризобін^К + *Pseudomonas brassicacearum* 6; 8 – Ризобін^К + *B. megaterium* УКМ В-5724. Для інокуляції насіння використано штами бульбочкових й ендоситних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України. У досліді використовували сорти сої селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН.

Площа посівної ділянки – 240,0 м², облікової – 17 м², повторність досліді чотириразова. Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня сівалкою «Клен» шириною міжрядь 45 см на глибину 5–6 см. Норма висіву насіння сорту Діона – 800000 і Аратта – 600000 схожих насінин/га [20]. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для посушливих умов Півдня України. Облік урожаю за варіантами польового досліді виконували за 100 % дозрівання насіння в бобах. Збирання врожаю проводили комбайном «Сампо-130». Структуру врожаю, статистичний та економічний аналізи проводили за загально прийнятими методиками польового досліді [16].

Результати та обговорення. В умовах зрошення передпосівна інюкуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями впливала на ріст і розвиток рослин сої, сприяла формуванню більшої кількості бобів на рослинах і насінин в одному бобі. Найбільша висота рослин 82 см відзначена у варіантах по сорту Діона – Ризобін^К + *Paenibacillus sp.* 1, Ризобін^К + *Bacillus sp.* 4 при 71 см на контролі 1. По сорту Аратта 137 см Ризобін^К + *Brevibacillus sp.* 5 при 124 см на Контролі 1 (табл. 1).

1. Структура урожаю різних за скоростиглістю сортів сої залежно від застосування бульбочкових і ендofітних бактерій (у середньому за 2017–2019 рр.)

| Обробка насіння (В) | Висота рослин, см | | Кількість на 1 рослині, шт. | | | Маса насіння | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|-------|---------|--------------|---------------------|
| | загальна | прикріплення нижніх бобів | продуктивних вузлів | бобів | насіння | з 1 рослини | 1000 шт. насінин, г |
| Сорт Діона (А ₁) | | | | | | | |
| 1 | 71 | 10 | 12 | 24 | 57 | 7,0 | 128 |
| 2 | 72 | 10 | 13 | 26 | 63 | 7,7 | 131 |
| 3 | 81 | 11 | 12 | 31 | 72 | 9,0 | 138 |
| 4 | 82 | 11 | 15 | 35 | 81 | 11,0 | 136 |
| 5 | 82 | 11 | 16 | 39 | 82 | 11,9 | 148 |
| 6 | 76 | 11 | 14 | 33 | 77 | 10,6 | 143 |
| 7 | 81 | 11 | 14 | 30 | 69 | 8,7 | 138 |
| 8 | 77 | 10 | 14 | 31 | 70 | 8,2 | 139 |
| Сорт Аратта (А ₂) | | | | | | | |
| 1 | 124 | 13 | 15 | 31 | 69 | 10,4 | 132 |
| 2 | 124 | 14 | 17 | 35 | 72 | 11,3 | 137 |
| 3 | 130 | 15 | 19 | 42 | 102 | 16,5 | 151 |
| 4 | 133 | 14 | 18 | 46 | 96 | 15,7 | 146 |
| 5 | 137 | 14 | 20 | 51 | 111 | 18,1 | 149 |
| 6 | 133 | 15 | 17 | 41 | 83 | 12,1 | 148 |
| 7 | 126 | 12 | 19 | 42 | 90 | 14,3 | 146 |
| 8 | 132 | 13 | 18 | 38 | 79 | 12,0 | 148 |

Примітка. 1 – контроль 1 (без обробки насіння); 2 – контроль 2 (обробка насіння водою); 3 – Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); 4 – Ризобін^К + *Paenibacillus sp.* 1; 5 – Ризобін^К + *Bacillus sp.* 4; 6 – Ризобін^К + *Brevibacillus sp.* 5; 7 – Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6; 8 – Ризобін^К + *B. megaterium* УКМ В-5724.

Кількість бобів на 1 рослині сорту сої Діона в середньому за 2017–2019 рр. на Контролі 1 (без обробки насіння водою) і Контролі 2

(обробка насіння водою) не перевищувала 24,0–26,0 штук і сорту Аратта 31–35 штук.

За обробки насіння препаратом Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035) та комплексним інокулянтном Ризобін^К + *Paenibacillus* sp.1 на сорті Діона вона зростала до 31,0–35,0 шт., а за обробки композиціями Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 та Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 – до 33,0–39,0 шт. на 1 рослині. Аналогічно спостерігалось їх збільшення й на сорті Аратта, яке у варіантах Контроль 1 і Контроль 2 становило 31,0–35,0 шт., проти 42,0–51 шт. за інокуляції насіння бульбочковими й ендofітними бактеріями, що суттєво впливало на формування урожаю сортів сої.

Як відзначають Ф. Ф. Адамень та ін. (2010), густина рослин сої істотно впливає на формування урожаю насіння культури та його якість. У наших дослідженнях густина стояння рослин сої змінювалася, оскільки в процесі вегетаційного періоду частина рослин відмирала, внаслідок чого на ділянках польового досліді вона зменшувалася.

При цьому гинули слабкі рослини, які відставали в рості, а також пошкоджені шкідниками й хворобами. Найменше виживало рослин на контрольних варіантах – Контроль 1 (без інокуляції насіння) 80,6–67,1 %, Контроль 2 (обробка насіння водою) 80,6–67,9 %. Інокуляція насіння перед сівбою бульбочковими та ендofітними бактеріями позитивно впливала на збереження рослин. Найбільше виживало рослин сорту Діона за інокуляції насіння Ризобін^К + *Bacillus* sp.4 – 88,4 %, відповідно, сорту Аратта – Ризобін^К + *Megaterium* УКМ В-5724 – 94,5 % (табл. 2).

2. Густина стояння, польова схожість та виживання різних за скоростиглістю сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими та ендofітними бактеріями (у середньому за 2017–2019 рр.)

| Варіанти | | Норма висіву насіння, тис./га | Зійшло рослин, тис./га | Польова схожість насіння, % | Рослин у повну стиглість, тис./га | Вижило рослин, % |
|----------|--|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Сорт (А) | Обробка насіння (В) | | | | | |
| Діона | Контроль 1 | 800 000 | 702 000 | 87,7 | 471 000 | 67,1 |
| | Контроль 2 | 800 000 | 702 000 | 87,7 | 477 000 | 67,9 |
| | Ризобін ^К | 800 000 | 706 000 | 88,2 | 563 000 | 79,7 |
| | Ризобін ^К + <i>P. sp.1</i> | 800 000 | 703 000 | 87,9 | 574 000 | 81,6 |
| | Ризобін ^К + <i>B. sp.4</i> | 800 000 | 706 000 | 88,2 | 624 000 | 88,4 |
| | Ризобін ^К + <i>B. sp.5</i> | 800 000 | 705 000 | 88,1 | 608 000 | 86,2 |
| | Ризобін ^К + <i>Pb. 6</i> | 800 000 | 708 000 | 88,5 | 618 000 | 87,3 |
| | Ризобін ^К + <i>Vm. УКМ В-5724</i> | 800 000 | 707 000 | 88,4 | 616 000 | 87,1 |
| Аратта | Контроль 1 | 600 000 | 530 000 | 88,3 | 427 000 | 80,6 |
| | Контроль 2 | 600 000 | 530 000 | 88,3 | 427 000 | 80,6 |
| | Ризобін ^К | 600 000 | 532 000 | 88,7 | 450 000 | 84,6 |
| | Ризобін ^К + <i>P. sp.1</i> | 600 000 | 539 000 | 89,8 | 480 000 | 89,0 |
| | Ризобін ^К + <i>B. sp.4</i> | 600 000 | 537 000 | 89,4 | 507 000 | 94,4 |
| | Ризобін ^К + <i>B. sp.5</i> | 600 000 | 539 000 | 89,8 | 503 000 | 93,3 |
| | Ризобін ^К + <i>Pb. 6</i> | 600 000 | 535 000 | 89,2 | 470 000 | 87,8 |
| | Ризобін ^К + <i>Vm. УКМ В-5724</i> | 600 000 | 532 000 | 88,7 | 503 000 | 94,5 |

Примітка. Контроль 1 (без обробки насіння); контроль 2 (обробка насіння водою); Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *V. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); Ризобін^К + *Raenibacillus* sp. 1; Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4; Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5; Ризобін^К + *P. brassicaearum* 6; Ризобін^К + *V. megaterium* УКМ В-5724.

Максимальна урожайність насіння сорту Діона отримана за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,19 т/га, відповідно, сорту Аратта – 2,75 т/га (табл. 3).

3. Урожайність і хімічний склад насіння сортів сої залежно від інокуляції насіння бульбочковими й ендоситними бактеріями на зрошуваних землях південного Степу України (у середньому за 2017–2019 рр.)

| Варіанти обробки насіння (B) | Урожайність, т/га | Вміст у насінні, % | | Збір з 1 га, кг | |
|---|----------------------|--------------------|-------|--------------------|------|
| | | білка | жиру | білка | жиру |
| сорт Діона (A ₁) | | | | | |
| Контроль 1 | 2,32 | 37,40 | 15,67 | 868 | 364 |
| Контроль 2 | 2,34 | 37,61 | 15,90 | 880 | 372 |
| Ризобін ^K | 2,92 | 37,79 | 16,42 | 1126 | 479 |
| Ризобін ^K + <i>Paenibacillus</i> sp. 1 | 3,03 | 37,63 | 17,54 | 1140 | 531 |
| Ризобін ^K + <i>Bacillus</i> sp. 4 | 3,19 | 38,30 | 17,55 | 1222 | 560 |
| Ризобін ^K + <i>Brevibacillus</i> sp. 5 | 2,87 | 39,06 | 17,65 | 1121 | 507 |
| Ризобін ^K + <i>P.brassicacearum</i> 6 | 2,89 | 39,28 | 17,83 | 1135 | 515 |
| Ризобін ^K + <i>B.megaterium</i> УКМ В-5724 | 2,72 | 37,76 | 17,75 | 1027 | 483 |
| сорт Аратта (A ₂) | | | | | |
| Контроль 1 | 2,27 | 37,41 | 15,21 | 849 | 345 |
| Контроль 2 | 2,28 | 37,54 | 15,38 | 856 | 351 |
| Ризобін ^K | 2,42 | 38,77 | 17,11 | 938 | 414 |
| Ризобін ^K + <i>Paenibacillus</i> sp. 1 | 2,52 | 38,81 | 18,07 | 978 | 455 |
| Ризобін ^K + <i>Bacillus</i> sp. 4 | 2,75 | 39,26 | 18,62 | 1080 | 512 |
| Ризобін ^K + <i>Brevibacillus</i> sp. 5 | 2,59 | 38,73 | 18,84 | 1003 | 488 |
| Ризобін ^K + <i>P. brassicacearum</i> 6 | 2,55 | 39,29 | 17,61 | 1002 | 449 |
| Ризобін ^K + <i>B.megaterium</i> УКМ В-5724 | 2,50 | 37,93 | 17,34 | 948 | 434 |

Примітка. А – оцінка істотності урожайності часткових відмінностей: НІР₀₅ (А) = 0,15 т/га, НІР₀₅ (В) = 0,12 т/га; В – оцінка істотності урожайності середніх (головних) ефектів: НІР₀₅ (А) = 0,05 т/га; НІР₀₅ (В) = 0,09 т/га.

Найменша врожайність насіння різних за скоростиглістю сортів сої отримана у варіантах Контроль 1 (без обробки насіння) і Контроль 2 (обробка насіння водою), яка у сорту Діона не перевищувала 2,32–2,34 т/га і у сорту Аратта – 2,27–2,28 т/га.

За результатами лабораторних аналізів встановлено також і якісні показники насіння сортів сої, які суттєво залежали від комплексної інокуляції бульбочковими та ендоситними бактеріями. Максимальний вміст білка становив на рівні 39,06–39,28 %, у насінні сої сорту Діона на варіантах, де проводили передпосівну інокуляцію композиціями Ризобін^K + *Brevibacillus* sp. 5 і Ризобін^K + *P.*

brassicacearum 6, що перевищувало показники варіантів Контроль 1 і Контроль 2 у 1,45–1,67 і 1,66–1,88 рази відповідно. Вміст білка у насінні сорту Аратта також був достатньо високий, який у варіантах Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 становив 39,26–39,29 %. Високий вміст жиру отримано в насінні сорту Діона за комплексної інокуляції композиціями Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 та Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 (17,65 і 17,83 % відповідно) та в насінні сорту Аратта за обробки комплексними інокулянтами Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 та Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 (18,62 і 18,84 %) проти 15,67–15,90 % і 15,21–15,38 % в контрольних варіантах відповідних сортів.

Висновки. Передпосівна інокуляція насіння сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями, в порівнянні з контрольними варіантами, суттєво впливала на формування загальної кількості бобів на рослинах і насінин в одному бобі, що сприяло підвищенню урожайності ультраскоростиглого сорту Діона 0,57–0,87 т/га і середньораннього сорту Аратта – на 0,32–0,48 т/га. Урожайність кондиційного насіння сорту Діона у Контролі 1 (без обробки насіння) і Контролі 2 (обробка насіння водою) склала 2,32 і 2,34 т/га, відповідно, сорту Аратта – 2,27 і 2,28 т/га. Найбільша урожайність насіння сортів сої формувалася за передпосівної обробки насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,19 т/га у сорту Діона й 2,75 т/га у сорту Аратта.

Інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями істотно впливала на вміст білка і жиру в насінні культури. Максимальний вміст білка, на рівні 39,06–39,28 %, спостерігався в насінні сорту Діона у варіантах, де проводили передпосівну обробку комплексними інокулянтами Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6. Вміст білка у насінні сорту Аратта також був достатньо високий, який у варіантах з Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4 і Ризобін^К + *P. brassicacearum* 6 становив 39,26–39,29 %. Найбільший збір білка і жиру отримано за інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4, який за вирощування сорту Діона досягав 1222 кг/га і 560 кг/га, а сорту Аратта – 1080 кг/га та 512 кг/га відповідно.

Список використаної літератури

1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф. Ф. Адамень и др. Киев, 2006. 455 с.
2. Адамень Ф. Ф., Турин Є. М. Взаємодія сортів сої зі штамми

References

1. Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine / F. F. Adamen et. al. Kiev : Ahrarna nauka. 2006, 455 p.
2. Adamen, F. F., Turin, Ye. M. The

- бубльочкових бактерій. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2005. № 23–24. С. 103–106.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Соеве поле України. *Аероном*. 2010. № 1. С. 174–178.
4. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. *Пропозиція*. 2000. № 4. С. 42–45.
5. Балакай Г. Т., Балакай Н. И., Гутриц Л. С. Влияние инокуляции на урожайность сортов сои различных групп спелости. *Современные проблемы селекции и технологи возделывания сои* : сб. статей 2-й Междунар. конф. по сое. Краснодар, 2008. С. 266–268.
6. Баранов В. Ф. Повышение продуктивности сои. *Сборник научных трудов ВНИИ масличных культур*. Краснодар, 2000. 171 с.
7. Барсуков С. С., Барсуков А. С. Соя – важнейший источник белка и масла. *Аграрна наука*, 2005. № 5. С. 9–11.
8. Бахмат О. М. Агробіологічні основи формування врожаю насіння сої в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С.122–126.
9. Біологічний азот / Пати́ка В. П. та ін. Київ, 2003. 424 с.
10. Бобро М. А., Огурцов Э. М., Міхаєв В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 58. С. 231–236.
11. Влияние различных штаммов *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan на урожайность сои / Магомедов Р. Д. и др. Научно-технический бюлетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 2. С. 148–149.
12. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. *Теорія і практика*. Київ, 2006. 312 с.
13. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Формування продуктивності сої залежно від сорту, мінерального живлення та interaction of soybean varieties with strains of nodule bacteria. *Biuletен Інституту зернового господарства*. 2005. No 23-24, P. 103–106 .
3. Babych A. O., Babych-Poberezhna A. A. Soybean field of Ukraine. *Ahronom*. 2010. No 1. P. 174–178.
4. Babych A., Poberezhna A. Soya – the main protein-oil crop of world agriculture. *Propozytsiia*. 2000. No 4, P. 42–45.
5. Balakaj G. T., Balakaj N. I., Gutricz L. S. The effect of inoculation on the productivity of soybean varieties of different ripeness groups. *Sovremennye problemy selekczii i tekhnologi vozdeplyvaniya soi* : sb. statej 2-j Mezhdunar. konf. po soe. Krasnodar, 2008. P. 266–268.
6. Baranov V. F. Soybean productivity improvement. *Sbornik nauchnyh trudov VNI maslichnyh kul'tur*. Krasnodar. 2000. 171 p.
7. Barsukov S. S., Barsukov, A. S. Soy is the most important source of protein and oil. *Ahrarna nauka*. 2005. No 5. P. 9–11.
8. Bakhmat O. M. Agrobiological basis for the formation of a crop of soybean seeds in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2011. Issue 69. P. 122–126.
9. Biological nitrogen / Patyka V. P. et. al. Kyiv : Svit. 2003. 424 p.
10. Bobro M. A., Ohurtsov E. M., Mikhaiev V. H. Soybean yield depending on the use of biological products. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2008. Issue 58. P. 231–236.
11. The effects of various strains of *Rhizobiumjaponicum* (Kircher) Buchanan on soybean yield / Magomedov R. D. et. al. *Nauchno-tehnicheskij byuletен Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kultur*. 2011. No 2. P. 148–149.
12. Volkohon V. V., Nadkernychna O. V., Kovalevska T. M. Microbial preparations for earthmoving. Kyiv : Ahrarna nauka. 2006. 312 p.
13. Hamaiunova V. V., Nazarchuk A. A. Formation of soybean productivity depending on the variety, mineral nutrition and seed

- обробки насіння біопрепаратами на півдні України. *Агропромислове виробництво Полісся* : зб. наук. праць Інституту сільського господарства Полісся. Житомир, 2013. Вип. 6. С. 70–73.
14. Гібсон П. Т. Застосування ризоторфину – основна умова підвищення врожаю сої в Україні. *Агроогляд*. 2006. № 11. С. 29–31.
15. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве / Ушкаренко В. А. и др. Москва, 2011. 335 с.
16. Дідович С. В., Толкачов М. З. Вплив мінерального азоту і нітрагінізації насіння на ефективність симбіотичної азотфіксації різних сортів нуту. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2005. Вип. 90. С. 282–293.
17. Дідора В. Г. Продуктивність сої в умовах Полісся залежно від елементів технології вирощування. *Агроном*. 2020. № 1. С. 160–164.
18. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
19. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ, 2003. 590 с.
20. Іутинська Г. О. Біорізноманітність і функціональні властивості ендоефітних прокаріотів. *Мікробіологічний журнал*. 2019. Т. 81. № 5. С. 3–18.
21. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН / Вожегова Р. А. та ін. Херсон, 2017. С. 38–53.
22. Крутило Д. В. Поширення та екологічні особливості бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. Київ, 2006. 22 с.
23. Крутило Д. В., Ковалевська Т. М. Особливості поширення бульбочкових бактерій сої в різних регіонах України. *Агроекологічний журнал*. 2003. № 3. С. 59–63.
24. Левандовський І. Соя і проблема кормового білка. *Пропозиція*. 2000. № 6.
- treatment with biological products in the south of Ukraine. *Ahropromyslove vyrobnystvo Polissia* : zb. nauk. prats Instytutu silskoho hospodarstva Polissia. 2013. Issue. 6, P. 70–73.
14. Hibson P. T. The use of risotorfin is the main condition for increasing the soybean crop in Ukraine. *Ahroohliad*. 2006. No 11. P. 29–31.
15. Dispersion and correlation analysis in crop and grassland farming / Ushkarenko V. A. et. al. Moscow, 2011. 335 p.
16. Didovych S. V., Tolkachov M. Z. The effect of mineral nitrogen and seed nitrification on the effectiveness of symbiotic nitrogen fixation of various varieties of chickpeas. *Seleksiia i nasimnystvo* : mizhvid. temat. nauk. zb. 2005. Issue. 90. P. 282–293.
17. Didora V. H. Productivity in the minds of Polissia is fallow in the elements of technology viroschuvannya. *Ahronom*. 2020. No 1. P. 160–164.
18. Yeshchenko V. O. Fundamentals of scientific research in agronomy. Kyiv : Diia. 2005. 288 p.
19. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozhko M. A. *Roslynnystvo*. Kyiv: Ahrna osvita. 2003. 590 p.
20. Iutynska H. O. Biodiversity and functional properties of endophytic prokaryotes. *Mikrobiolohichniy zhurnal*. 2019. Vol. 81. № 5. P. 3–18.
21. Catalog of varieties and hybrids of agricultural crops of breeding at the Institute of Irrigated Agriculture NAAS / Vozhegova R. A. et. al. Kherson, 2017. P. 38–53.
22. Krutylo D. V. Distribution and environmental features of soybean nodule bacteria in different regions of Ukraine : abst. dis. for science. degree of cand. biol. science. Kyiv, 2006. 22 p.
23. Krutylo D. V., Kovalevska T. M. Features of the spread of soybean nodule bacteria in different regions of Ukraine. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2003. No 3. P. 59–63.
24. Levandovskiy I. Soya and problem feed protein. *Propozytsiia*. 2000. No 6. P.

C.42–43.

25. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.

26. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152–153.

27. Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. *Физиология и биохимия культур растений*. 2001. № 4. С. 355–362.

28. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С. І. Мельник та ін. Київ: Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук. 2007. 55 с.

29. Соя в кормопроизводстве / Баранов В. Ф. и др. Краснодар, 2010. 365 с.

30. Толоконников В. В., Толочек В. И., Фролова Т. В. Совершенствование предпосевной обработки семян орошаемой сои ризоторфином и регуляторами роста растений. *Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои*: сб. сттей 2-й Междунар. конф. по сое. Краснодар, 2008. С. 280–28.

31. Complex bacterial preparations / Iutynska G. O. et al. *Bioregulation of microbial-plant system*. Kiev: Nichlava, 2010 P. 352–376.

32. Naveed M., Aziz M. Z., Yaseen M. Perspective softening endophytic microbes for legume improvement. *Microbes for Legume Improvement*. Springer Editors Almas Zaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat. 2017. P. 277–299.

33. Sturza A. V., Christieb B. R., Nowack J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2010. V. 19, Issue 1. P. 1–30.

42–43.

25. Lykhochvor V. V. Plantgrowing. Modern intensive technologies for growing the main field crops. Lviv: Ukrainian technologies. 2006. 730 p.

26. Marushchak O. Soybean cultivation with inoculants. *Ahronom*. 2013. No 1. P. 152–153.

27. Nadkernichnaya E. V., Kovalevskaya T. M. The effect of free-living nitrogen-fixing bacteria on the formation and functioning of legume-rhizobial symbiosis in some crops. *Fiziologiya i biokhimiya kultur rastenij*. 2001. No 4. P. 355–362.

28. Recommendations are from effective application of microbial preparations in technologies of growing of agricultural cultures / S. I. Miller et. al. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences. 2007. 55 p.

29. Soya in feed production / Baranov V. F. et. al. Krasnodar, 2010. 365 p.

30. Tolokonnikov V. V., Tolochek V. I., Frolova T. V. Improvement of presowing treatment of seeds of irrigated soybean with rhizotorfin and plant growth regulators. *Sovremennye problemy selekcii i tehnologii vozdelivanija soi*: sb. sttej 2-j Mezhdunar. konf. po soe. Krasnodar. 2008. P. 280–287.

31. Complex bacterial preparations. / Iutynska G. O. et. al. *Bioregulation of microbial-plant system*. Kiev: Nichlava, 2010. P. 352–376.

32. Naveed M., Aziz M. Z., Yaseen M. Perspective softening endophytic microbes for legume improvement. *Microbes for Legume Improvement*. 2017. P. 277–299.

33. Sturza A. V., Christieb B. R., Nowack J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Science*. 2010. V. 19, Issue 1. P. 1–30.

Отримано 27.07.2020