

УДК 633.34:579.64:631.67 (477.72)
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.5>

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ БУЛЬБОЧКОВИМИ Й ЕНДОФІТНИМИ БАКТЕРІЯМИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Дубинська О.Д. – аспірант,

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошеного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Титова Л.В. – к.б.н.,

Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного

Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати досліджень щодо впливу інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, що входять до складу комплексного препарату Ризобін^к, а також за їх сумісного застосування з окремими штамами ендоефітних бактерій (*Paenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) та *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 на урожайність ультраскоростиглого сорту сої Діона та середньораннього сорту Аратта в умовах зрошення Південного Степу України. Максимальна урожайність сорту Діона отримана за перед посівної інокуляції насіння Ризобін^к + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Висока урожайність насіння сої сорту Діона (2,85 т/га) і сорту Аратта (2,40 т/га) також досягалася за інокуляції насіння бактеріальним комплексом Ризобін^к + *Brevibacillus* sp. 5.

Ключові слова: штам, препарат, клімат, урожайність, ендоефіти, симбіоз, зрошення.

Дубинская Е.Д., Титова Л.В. Семенная продуктивность сортов сои в зависимости от инокуляции клубеньковыми и эндофитными бактериями на орошаемых землях юга Украины

В статье приведены результаты исследований по влиянию инокуляции семян штаммами клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum*, входящих в состав комплексного препарата Ризобин^к, а также при их совместном применении с отдельными штаммами эндофитных бактерий (*Paenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) и *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 на урожайность ультраскоростиглого сорта сои Диона и среднераннего сорта Аратта в условиях орошения Южной Степи Украины. Максимальная урожайность сорта Диона получена при предпосевной инокуляции семян сои сорта Диона (2,85 т/га) и сорта Аратта (2,40 т/га) также достигалась при инокуляции семян бактериальным комплексом Ризобин^к + *Brevibacillus* sp. 5.

Ключевые слова: штамм, препарат, климат, урожайность, эндофиты, симбиоз, орошение.

Dubinska O.D., Tytova L.V. Seed productivity of soybean varieties, depending on the inoculation of the nodulous and endophytic bacteria on the irrigated lands of the south of Ukraine

The article presents the results of research about the effect of nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* which are part of the complex bioformulation Rizobin^к as well as their combined use with endophytic bacteria (*Paenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) and *Bacillus megaterium* UKM B-5724 upon the yield of ultra-fast-growing Diona variety and mid-growing Aratta variety under irrigation conditions of the southern Steppe of Ukraine. The maximum yield of Diona varieties was formed during pre-sowing inoculation of seeds Risobin^к + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 t/ha, Aratta variety – 2,55 t/ha. The high yield of soybean seeds Diona variety (2,85 t/ha) and Aratta variety (2,40 t/ha) were also obtained for inoculation of seeds by the bacterial complex Risobin^к + *Brevibacillus* sp. 5.

Key words: strain, prerarate, climate, yield, endophytes, symbiosis, irrigation.

Постановка проблеми. У сучасних умовах агропромислового виробництва України соя набула великого значення як цінна білково-олійна культура, яку широко використовують у харчовій та переробній промисловості, кормовиробництві та медицині. В її насінні міститься в середньому 38–40% білка, 20% олії, 22–35% вуглеводів, також вона має значний вміст вітамінів (А, В, С, Д, Е), ферментів, мінеральних речовин [1]. Соя і продукти її переробки мають високу кормову якість, тому вона використовується для відгодівлі всіх видів тварин і птиці у вигляді зеленої маси, сіна, сінажу, трав'яної муки, шроту, білкових концентратів, соєвого молока тощо. Загальновідомо, що соя – важлива з агрономічного погляду рослина, яка ефективно вирощується на таких джерелах, як: сонячна енергія, азот атмосфери, волога й мінеральні речовини ґрунту. Проте стабільного виробництва насіння сої можна досягти лише за підвищення її продуктивності шляхом удосконалення та впровадження у виробництво нових конкурентоспроможних технологій її вирощування.

Відомо, що симбіотичні мікроорганізми відіграють важливу роль у розвитку рослин, забезпечуючи їх мінеральне живлення, захист від патогенів і адаптацію до різноманітних стресів [2]. Одним з ефективних і екологічно безпечних заходів, здатних підвищувати продуктивність рослин, є передпосівна інокуляція насіння. За допомогою бульбочкових бактерій соя здатна фіксувати азот із повітря більше, ніж інші зернобобові культури. Відповідно до результатів наукових досліджень, проведених у різних природно-кліматичних зонах України, інокуляція насіння сої бульбочковими бактеріями істотно підвищує симбіотичну фіксацію молекулярного азоту з атмосфери, отже, й урожай культури [3, с. 105]. Проте питання про ефективну сумісність ендofітних бактерій із ризобіями зернобобових культур ще мало вивчене, хоча об'єднання властивостей азотфіксуючої та рістрегулюючої функцій мікробного співтовариства ендofітних бактерій із господарського погляду є дуже цінним. Тому досконале вивчення механізмів зазначених взаємовідносин є надзвичайно важливим для подальшого розвитку наукових знань про мікробно-рослинний симбіоз зернобобових рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх років проведено багато наукових досліджень із встановлення ефективного впливу використання передпосівної інокуляції насіння бульбочковими бактеріями на продуктивність зернобобових культур. Проте питання комплексного застосування бульбочкових й ендofітних бактерій у вирощуванні різних за скоростиглістю сортів сої в даний час є зовсім невивченим. Уперше визначення ендofітних бактерій, які населяють тканини більшості введених у культуру зернобобових рослин, без завдання їм шкоди, надане J. Hallmann 1997 р. [4]. Подальшим вивченням ефективності вказаного симбіозу було встановлено величезну різноманітність ендofітних бактерій на горосі [5].

Постановка завдання. Метою наукових досліджень було встановлення впливу передпосівної інокуляції насіння штамми бульбочкових і ендofітних бактерій на насінневу продуктивність різних за скоростиглістю сортів сої в умовах зрошення Південного Степу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польові досліді проводили протягом 2017–2018 рр. на землях дослідного поля Асканійської ДСДС ІЗЗ НААН згідно із загальноприйнятими методиками польового досліді. Ґрунти – темно-каштанові середньосуглинкові. Двофакторний польовий досліді закладено методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності, де головні ділянки (ділянки першого порядку), чинник А – сорти сої: ультраскоростиглий – Діона, середньоранній –

Аратта, субділянки (ділянки другого порядку), чинник В – передпосівна інокуляція насіння різними штамми бульбочкових і ендofітних бактерій: контроль 1 (без обробки насіння водою); контроль 2 (обробка насіння водою); Ризобін^К (асоціація 3-х штамів *Bradyrhizobium japonicum*: *B. japonicum* УКМ В-6018, УКМ В-6023, УКМ В-6035); Ризобін^К + *Paenibacillus* sp. 1; Ризобін^К + *Bacillus* sp. 4; Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5; Ризобін^К + *Pseudomonas* sp. 6; Ризобін^К + *Bacillus megaterium* УКМ В-5724. Для інокуляції насіння використано штами бульбочкових й ендofітних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Сорт Діона – створено в Інституті зрошуваного землеробства НААН шляхом гібридизації сорту Юг-30 / Меріт / Вузьколиста / *Mapleresto*. Сорт належить до підвиду манчжурський, різновидність *albo – sublutea*, апробаційна група *glauca*. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, і рекомендований для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах країни.

Сорт Аратта – створено в Інституті зрошуваного землеробства НААН методом гібридизації сорту Юг-30 / Колубар із наступним багаторазовим добором. Сорт занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [6].

Площа посівної ділянки – 240 м², облікової – 17 м². Сівбу сортів сої проводили у третій декаді квітня сівалкою «Клен» шириною міжрядь 45 см на глибину 6 см. Норма висіву насіння сорту Діона – 800 000, Аратта – 600 000 схожих насінин на 1 га. Вегетаційні поливи проводили дощувальною машиною “Reinke”. Зрошувальна норма для сорту Діона за роки досліджень становила 2 700–3 650 м³/га, для сорту Аратта – 3 330–3 950 м³/га. Облік урожаю за варіантами польового досліду проводили за 100% дозрівання насіння в бобах. Збирання урожаю проводили комбайном «Сампо-130».

Статистичний аналіз експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за загальноприйнятою методикою польового досліду [7].

Результати досліджень. У результаті досліджень 2017–2018 рр. встановлено насінневу продуктивність ультраскоростиглого сорту Діона й середньораннього Аратта залежно від симбіозу бульбочкових і ендofітних бактерій на зрошуваних землях Південного Степу України.

Вплив погодно-кліматичних умов на формування врожаю сортів сої встановлювали шляхом визначення потенційного випаровування або випаровуваності, дефіциту вологозабезпечення та коефіцієнта зволоження (K_3) як відношення суми опадів (P) за вегетаційний період до випаровуваності (E_0): $K_3 = \frac{\sum P}{E_0}$. Випаровуваність, дефіцит вологозабезпечення та коефіцієнт зволоження визначали за середньодобовими показниками температури й відносної вологості повітря та кількості наявних атмосферних опадів, за Н. Івановим [8]. Метеорологічні показники наведено за даними спостережень метеорологічної станції смт Асканія-Нова.

Особливістю вегетаційного періоду сухого (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. була недостатня кількість атмосферних опадів, особливо у травні – 8,5, червні – 0,4, вересні – 13,7 мм. Проте у квітні кількість опадів становила 76,5 мм; у липні – 62,4, серпні – 33 мм. Випаровуваність досягала 901,3 мм, зокрема: у квітні – 54,5, травні – 114,4, червні – 178,9, липні – 186,3, серпні – 235,9, вересні – 131,3 мм. Дефіцит вологозабезпечення у весняні, літні й осінні місяці вегетаційного періоду 2017 р. суттєво залежав від середньомісячних показників температури, відносної вологості повітря й кількості наявних атмосферних опадів і

становив: у травні – 105,9, червні – 178,5, липні – 123,9, серпні – 202,9, вересні – 117,6 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і досягав 728,8 мм, порівняно із середніми багаторічними показниками був вищим на 194,3 мм, або на 37,9%.

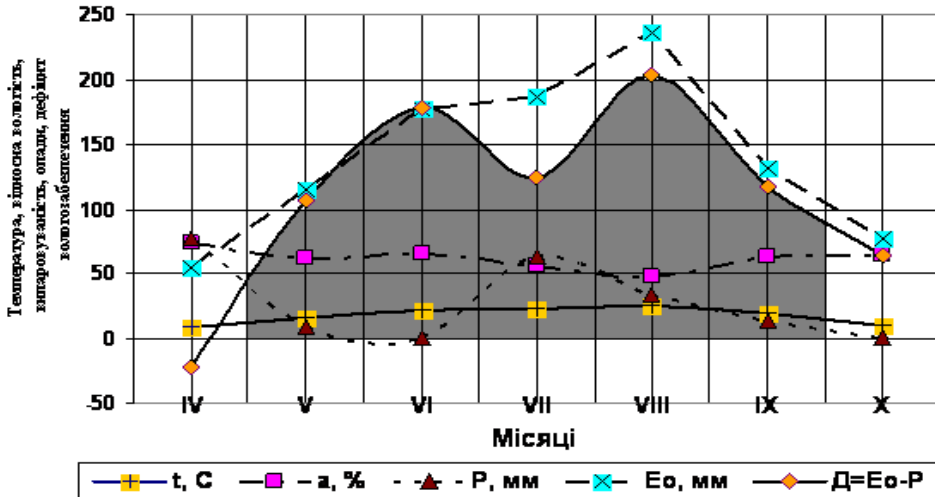


Рис. 1. Випаровуваність, атмосферні опади, середньодобова температура й відносна вологість повітря в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2017 р. (сірим кольором зафарбована зона, площа якої дорівнює дефіциту вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої, за даними метеорологічної станції смт Асканія-Нова

Веgetаційний період сухого (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. також був украй несприятливим для росту та розвитку рослин сої, оскільки кількість атмосферних опадів, що випадали протягом квітня – вересня, становила лише 88,9 мм, зокрема: у квітні – 2,7, травні – 18,7, червні – 11, липні – 36,9, серпні – 0,1, вересні – 19,5 мм. Випаровуваність протягом вегетаційного періоду була достатньо високою і становила 1 008,4 мм, зокрема: у квітні – 100, травні – 173,1, червні – 189,7, липні – 156,6, серпні – 251,5, вересні – 137,5 мм. Дефіцит вологозабезпечення у весняні, літні й осінні місяці досягав: у квітні – 97,3, травні – 154,4, червні – 178,7, липні – 119,7, серпні – 251,4, вересні – 118,0 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і становив 919,5 мм, порівняно із середніми багаторічними показниками був вищим на 407 мм, або на 79,4%.

Аналіз впливу погодних умов як основних нерегульованих чинників на формування врожаю насіння різних за скоростиглістю сортів сої протягом 2017–2018 рр. свідчить про те, що на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах південної частини зони Степу в літні й осінні місяці вегетації культури спостерігався істотний дефіцит атмосферних опадів, насамперед у травні, червні, серпні та вересні, і лише проведення вегетаційних поливів запобігало прояву негативного впливу на ріст і розвиток рослин культури.

Дослідження свідчать про те, що насіннева продуктивність ультраскоростиглого сорту Діона і середньораннього Аратта істотно залежали від чинників впливу, які вивчалися (табл. 1).

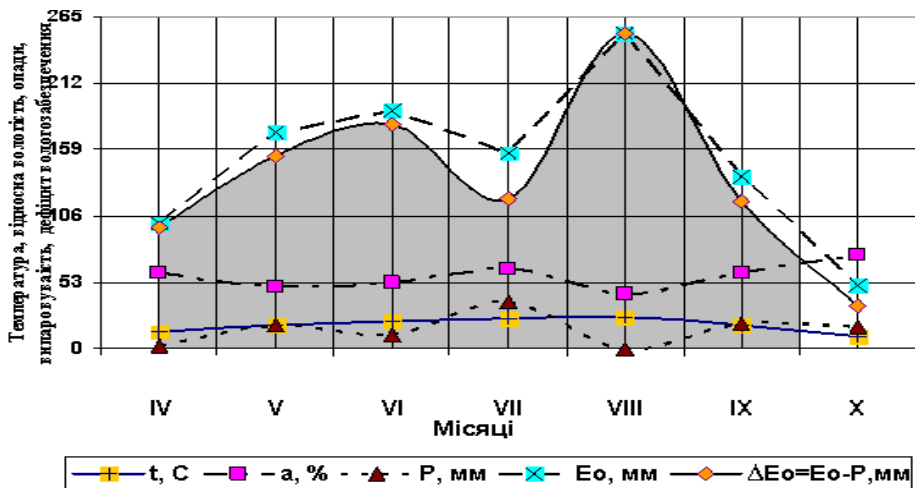


Рис. 2. Випаровувальність, атмосферні опади, середньодобова температура й відносна вологість повітря в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. (сірим кольором зафарбована зона, площа якої дорівнює дефіциту вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої, за даними метеорологічної станції смт Асканія-Нова

Таблиця 1

Урожайність насіння сортів сої залежно від симбіозу інокулянтів на зрошуваних землях Південного Степу України (середнє за 2017–2018 рр.)

Сорт (А)	Передпосівна інокуляція насіння (В)	Урожайність за роками, т/га		
		2017	2018	середнє
Діона	контроль 1	2,64	1,89	2,27
	контроль 2	2,68	1,90	2,29
	Ризобіном ^К	3,84	2,13	2,99
	Ризобіном ^К + <i>Paenibacillus</i> sp. 1	3,75	2,19	2,97
	Ризобіном ^К + <i>Bacillus</i> sp. 4	3,95	2,29	3,12
	Ризобіном ^К + <i>Brevibacillus</i> sp. 5	3,65	2,05	2,85
	Ризобіном ^К + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	3,74	2,03	2,89
	Ризобіном ^К + <i>B. megaterium</i> УКМ В-5724	3,25	2,11	2,68
Аратга	контроль 1	2,36	1,90	2,13
	контроль 2	2,38	1,92	2,15
	Ризобіном ^К	2,50	2,03	2,27
	Ризобіном ^К + <i>Paenibacillus</i> sp. 1	2,53	2,08	2,31
	Ризобіном ^К + <i>Bacillus</i> sp. 4	2,54	2,55	2,55
	Ризобіном ^К + <i>Brevibacillus</i> sp. 5	2,53	2,27	2,4
	Ризобіном ^К + <i>Pseudomonas</i> sp. 6	2,39	2,34	2,37
	Ризобіном ^К + <i>B. megaterium</i> УКМ В-5724	2,38	2,29	2,34

Примітка: А. Оцінка істотності часткових відмінностей: $HIP_{05}(A) = 0,1$ т/га; $HIP_{05}(B) = 0,2$ т/га; В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів: $HIP_{05}(A) = 0,1$ т/га; $HIP_{05}(B) = 0,1$ т/га

У середньому за 2017–2018 рр. найвищу врожайність насіння сої отримано за передпосівної інокуляції бульбочковими бактеріями, що є основою препарату Ризобін^К, у комплексі з ендofітними бактеріями. Зокрема, максимальна врожайність сорту Діона формувалася за передпосівної обробки насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Високу урожайність насіння сої сорту Діона (2,85 т/га) і сорту Аратта (2,40 т/га) також отримано за інокуляції насіння комплексним бактеріальним препаратом Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5. У середньому за два роки досліджень найменша врожайність насіння сорту Діона отримана на контролі 1 (без обробки насіння) і контролі 2 (обробка насіння водою), яка становила 2,27–2,29 т/га, сорту Аратта – 2,13–2,15 т/га.

Висновки. Передпосівна інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендofітними бактеріями, порівняно з контрольними варіантами, істотно впливала на формування врожаю різних за скоростиглістю сортів сої, що сприяло підвищенню урожайності сорту Діона на 0,58–0,85 т/га, сорту Аратта – на 0,27–0,42 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ : Аграр. наука, 1998. 272 с.
2. Біологічний азот / В. Патица та ін. Київ : Світ, 2003. 424 с.
3. Бабич А., Побережна А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграр. наука, 2011. 548 с.
4. Sturza A., Christieb B., Nowak 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.
5. Гарифуллина Д. Эндofитные бактерии растений гороха как активный компонент бобово-ризобияльной симбиотической системы : автореф. ... канд. биол. наук. Уфа, 2012. 20 с.
6. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН / Р. Вожегова та ін. Херсон, 2017. С. 38–53.
7. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве / В. Ушкаренко. Москва : РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 335 с.
8. Иванов Н. Показатель биологической эффективности климата. *Известия Всесоюзного географического общества*. 1962. Т. 94. № 1. С. 65–70.