

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-159>

Available at: <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/159>

УДК 633.31:579.2:631.6 (477.72)

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ БУЛЬБОЧКОВИМИ Й ЕНДОФІТНИМИ БАКТЕРІЯМИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ РІЗНОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

О.Д. Дубинська¹, наук. співробітник, Л.В.Титова², канд. біолог. наук

¹ Асканійська ДСДС Інституту зрошувального землеробства НААН, с.Тавричанка, Україна; <https://orcid.org/0000-0002-5572-0094>; e-mail: klenova-dubinskaelena76@ukr.net

² Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна; e-mail: ltytova.07@gmail.com

Анотація. 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 (*Raenibacillus* sp. 1, *Bacillus* sp. 4, *Brevibacillus* sp. 5, *Pseudomonas* sp. 6) та *Bacillus megaterium* УКМ В-5724 на урожайність ультраскоростиглого сорту сої Діона і середньораннього сорту Аратта в умовах зрошення південного Степу України. Максимальна урожайність сорту Діона сформувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^к + *Bacillus* sp. 4-3, 12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Високу урожайність сої сорту Діона – 2,85 т/га і сорту Аратта – 2,40 т/га також було отримано за інокуляції насіння бактеріальним комплексом Ризобін^к + *Brevibacillus* sp.5. Найменшу урожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,27 т/га сорту Діона і 2,13 т/га – сорту Аратта. Передпосівна інокуляція насіння різних за скоростиглістю сортів сої бульбочковими й ендоефітними бактеріями, в порівнянні 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 і сорту Аратта – на 0,27-0,42 т/га. Вплив погодно-кліматичних умов при формуванні врожаю сортів сої встановлювали шляхом визначення потенційного випаровування, або випаровуваності, дефіциту вологозабезпечення та коефіцієнта зволоження. Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення за міжфазними періодами сортів сої, що вивчалися, істотно змінювалися й залежали від середньодобової температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду. Так, кількість атмосферних опадів протягом періоду квітень-вересень складала: 2017 р. – 194,5 мм; 2018 р. – 88,9 мм і суттєво відрізнялася від суми опадів за 1945-2010 рр., які не перевищували 221,7 мм.

Ключові слова: соя, інокуляція, урожайність, бульбочкові бактерії, ендоефіти, симбіоз, зрошення.

Постановка проблеми. Соя [*Glycine max* (L.) Merr.] – високопродуктивна зернобобова рослина, яка належить до найважливіших культур світового землеробства [1]. На сьогодні вона найбільш поширена серед зернових бобових і олійних культур. Крім того, має велике зернове, харчове і кормове значення для багатьох країн. Вказана культура посідає центральне місце у розв'язанні проблеми білка та олії й четверте місце у світі за обсягами виробництва зерна після кукурудзи, пшениці та рису [2]. Одна з найбільш унікальних особливостей сої – здатність у симбіозі з азотфіксуючими бактеріями утворювати кореневі бульбочки і накопичувати симбіотичний азот, що сприяє підвищенню її продуктивності [3]. Зараз симбіотична азотфіксація входить до кола досить актуальних питань і потребує ефективних заходів, які б сприяли підвищенню її специфічності, тобто здатності вступати в ефективний симбіоз з певним набором сортів і видів бобових рослин. Останнє

сприяє збільшенню виробництва продукції та економії енергетичних ресурсів за рахунок природного джерела. Такі технології засновані на використанні мікробних препаратів на основі живих клітин ефективних бульбочкових бактерій, які у симбіозі з бобовими рослинами фіксують атмосферний азот у доступній рослинам формі [4].

Актуальність дослідження. Дуже важливим для агропромислових підприємств є підвищення врожаю сої на зрошуваних землях завдяки розробленню та запровадженню менш енергоємних, більш продуктивних агротехнологічних заходів. Для підвищення ефективності симбіотичної фіксації останнім часом застосовують комплексну інокуляцію насіння бобових культур бульбочковими бактеріями разом з ендоефітними. Відома здатність ендоефітів синтезувати біологічно активні метаболіти з рістстимулювальними властивостями й антимікробною дією на фітопатогени [5; 10].

Дані останніх років свідчать про позитивний вплив ендоефітних бактерій на зниження стресу від засухи, що було продемонстровано на рослинах пшениці, вирощеної за зменшених норм зрошення [6]. Проте питання про ефективність застосування інокулянтів на основі ризобій та ендоефітних бактерій ще недостатньо вивчене. Тому оцінювання ефективності їх використання є надзвичайно важливим для подальшого розвитку існуючих наукових знань про мікробно-рослинний симбіоз бобових сільськогосподарських культур.

Активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним фактором підвищення продуктивності агроценозу, який зараз у сільськогосподарській практиці використовується недостатньо. Тому надзвичайно важливою є широкомасштабна біологізація агротехнологій вирощування зернобобових культур для забезпечення умов реалізації природних процесів.

Метою наукових досліджень є встановлення ефективності впливу комплексної інокуляції насіння штамми бульбочкових та ендоефітних бактерій на врожай різних за скоростиглістю сортів сої в умовах зрошення південної частини зони Степу України.

Матеріали і методи дослідження. Завданням наукових досліджень було вивчення особливостей формування врожаю сортів сої за інокуляції насіння бульбочковими й ендоефітними бактеріями в умовах зрошення південного Степу України. Польові та лабораторні дослідження проводили на Асканійській ДСДС ІЗЗ НААН, розташованій в с. Тавричанка, Каховського району, Херсонської області протягом 2017-2018 рр. Ґрунти – темно-каштанові середньосуглинкові, з глибиною гумусного шару 45-50 см. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному 0-27 см шарі становить 2,15%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 50,0 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінімом) – 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 розщеплених ділянок в чотириразовій повторності, де головні ділянки (ділянки першого порядку), фактор А – сорти сої: ультраскоростиглий – Діона і середньоранній – Аратта, субділянки (ділянки другого порядку), фактор В – передпосівна інокуляція насіння різними штамми бульбочкових і ендоефітних 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 штамми бульбочкових й ендоефітних бактерій з колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Сорт Діона – створений в Інституті зрошувального землеробства НААН шляхом гібридизації сорту Юг 30 / (Меріт / Вузьколиста) / (*Mapleresto*). Сорт відноситься до підвиду манчжурський, різновидність *albo – sublutea*, апробаційна група *glauca*. Занесений до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2009 р., і рекомендований для усіх природно-кліматичних зон України.

Сорт Аратта – створений в Інституті зрошувального землеробства НААН методом гібридизації сорту Юг-30 / Колубар з послідуочим багаторазовим добором. З 2014 р. сорт занесений до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні [7].

Площа посівної ділянки – 240,0 м², облікової – 17 м². Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня сівалкою «Клен» шириною міжрядь 45 см на глибину 6 см. Норма висіву насіння сорту Діона – 800000 і Аратта – 600000 схожих насінин на 1 га. Зрошувальна норма для сорту Діона за роки досліджень складала 2700-3650, відповідно, сорту Аратта – 3330-3950 м³/га. Облік урожаю за варіантами польового дослідження виконували за 100% дозрівання насіння в бобах. Збирання врожаю проводили комбайном «Сампо-130». Статистичний аналіз експериментальних даних виконували шляхом застосування дисперсійного, кореляційного аналізів за загальноприйнятою методикою польового дослідження [8].

Вплив погодно-кліматичних умов при формуванні врожаю сортів сої встановлювали шляхом визначення потенційного випаровування, або випаровуваності, дефіциту вологозабезпечення та коефіцієнта зволоження (K_z) як відношення суми опадів (P) за вегетаційний період до випаровуваності (E_o):

$$K_z = \frac{\sum P}{E_o}. \text{ Випаровуваність, дефіцит вологозабезпечення та коефіцієнт зволоження визначали за середньодобовими показниками температури, відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, що випадали, за Н.Н. Івановим [9]. Метеорологічні показ-$$

ники наведено за даними спостережень метеорологічної станції смт. Асканія-Нова. Згідно з прийнятою класифікацією для природно-кліматичних зон України при $K_3 = 1,00-1,33$ і більше – високозволожена зона; $K_3 = 1,00-0,77$ – напівволога; $K_3 = 0,77-0,55$ – напівпосушлива; $K_3 = 0,55-0,44$ – посушлива; $K_3 = 0,44-0,33$ – дуже посушлива; $K_3 = 0,33-0,22$ – напівсуха зона; $K_3 = 0,22-0,12$ – напівпустеля; $K_3 = 0,12$ і менше – пустеля. Випаровуваність і дефіцит вологозабезпечення за міжфазними періодами сортів сої, що вивчалися, істотно змінювалися й залежали від середньодобової температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду.

Результати дослідження та їх обговорення. Загальна кількість атмосферних опадів за роки проведення досліджень істотно відрізнялася від середньобагаторічних даних за 1945-2010 рр. Так, кількість атмосферних опадів протягом періоду квітень-вересень складала: 2017 р. – 194,5 мм; 2018 р. – 88,9 мм і суттєво відрізнялася від суми опадів за 1945-2010 рр., які не перевищували 221,7 мм.

Особливістю вегетаційного періоду в рік закладки польового дослідження (2017 р.) виявилася недостатня кількість опадів у травні – 8,5 мм; червні – 0,4 і вересні – 13,7 мм. Проте у квітні кількість опадів складала 76,5 мм; липні – 62,4 і серпні – 33,0 мм. Випаровуваність досягала 901,3 мм, у тому числі: у квітні – 54,5 мм; травні – 114,4; червні – 178,9; липні – 186,3; серпні – 235,9 і 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 атмосферних опадів, що випадали, і складав: у травні – 105,9 мм; червні – 178,5; липні – 123,9; серпні – 202,9 і вересні – 117,6 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і досягав 706,8 мм і порівняно з середніми багаторічними показниками був вищим на 194,3 мм, або на 37,9%.

Веgetаційний період 2018 р. був вкрай несприятливим для росту та розвитку рослин сої, оскільки кількість атмосферних опадів, яка випала протягом квітня-вересня, склала лише 88,9 мм, у тому числі у квітні – 2,7 мм; травні – 18,7 мм; червні – 11,0 мм; липні – 36,9 мм; серпні – 0,1 мм і вересні – 19,5 мм. Випаровуваність досягала 1008,4 мм, у тому числі: у квітні – 100,0 мм; травні – 173,1 мм; червні – 189,7 мм; липні – 156,6 мм; серпні – 251,5 мм і вересні – 137,5 мм. Дефіцит воло-

гозабезпечення у весняні, літні й осінні місяці складав: у квітні – 97,3 мм, травні – 154,4 мм; червні – 178,7 мм; липні – 119,7 мм; серпні – 251,4 мм і вересні – 118,0 мм. Загалом дефіцит вологозабезпечення за вегетаційний період сортів сої був достатньо високим і досягав 919,5 мм і порівняно з середніми багаторічними показниками був вищим на 407 мм, або на 79,4%.

У 1945-2010 рр. протягом вегетаційного періоду (квітень-вересень) випаровуваність у середньому за шістьдесят п'ять років спостережень досягала 734,2 мм, кількість атмосферних опадів не перевищувала 221,7 мм, а дефіцит вологозабезпечення становив 512,5 мм. Середня температура повітря у квітні-травні досягала 9,6-15,8 °С, у червні-серпні – 20,3-22,2 °С, відповідно, відносна вологість повітря у квітні-травні складала 67-71%, червні – 64, липні – 59 і серпні – 59% (табл. 1).

Аналіз впливу погодних умов, як основних нерегульованих факторів, на формування урожаю насіння різних за скоростиглістю сортів сої в 2017-2018 рр, свідчить, що на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах південної частини зони Степу у літні та 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.

Застосування штамів бульбочкових й ендоефітних бактерій при інокуляції посівного матеріалу істотно вплинуло на врожайність насіння різностиглих сортів сої. 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 ендоефітними бактеріями. Зокрема максимальна врожайність сорту Діона формувалася за передпосівної інокуляції насіння Ризобіном^К + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорту Аратта – 2,55 т/га. Високу врожайність сої сорту Діона – 2,85 т/га і сорту Аратта – 2,40 т/га також було отримано за інокуляції насіння бактеріальним комплексом Ризобін^К + *Brevibacillus* sp. 5. Найменшу врожайність зерна обох сортів сої отримано у варіанті Контроль 1 (без обробки насіння водою) – 2,27 т/га сорту Діона і 2,13 т/га – сорту Аратта (табл. 2).

А. Оцінка істотності часткових відмінностей:

$НІР_{05}(A) = 0,1$ т/га; $НІР_{05}(B) = 0,2$ т/га

В. Оцінка істотності середніх (головних) ефектів:

$НІР_{05}(A) = 0,1$ т/га; $НІР_{05}(B) = 0,1$ т/га

1. Гідротермічні умови вегетаційних періодів 2017-2018 рр. та середні багаторічні показники за 1945-2010 рр. (за даними метеорологічної станції смт. Асканія-Нова)

Місяць	Показники					
	середня температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	сума опадів, мм	випаровуваність, мм	дефіцит вологозбезпечення, мм	коефіцієнт зволоження
Сухий (95%) забезпеченістю опадами 2017 р.						
Квітень	8,5	73	76,5	54,5	- 22,0	1,40
Травень	15,9	62	8,5	114,4	105,9	0,07
Червень	22,0	55	0,4	178,9	178,5	0,01
Липень	23,5	56	62,4	186,3	123,9	0,33
Серпень	25,2	48	33,0	235,9	202,9	0,14
Вересень	19,4	63	13,7	131,3	117,6	0,10
За IV-IX	19,1	59	194,5	901,3	706,8	0,22
Сухий (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р.						
Квітень	12,8	61	2,7	100,0	97,3	0,03
Травень	18,9	50	18,7	173,1	154,4	0,11
Червень	22,4	53	11,0	189,7	178,7	0,06
Липень	24,3	64	36,9	156,6	119,7	0,24
Серпень	25,0	44	0,1	251,5	251,4	0,01
Вересень	18,7	60	19,5	137,5	118,0	0,14
За IV-IX	20,3	55	88,9	1008,4	919,5	0,09
Середні багаторічні показники за 1945-2010 рр.						
Квітень	9,6	71	24,6	62,5	37,5	0,43
Травень	15,8	67	26,8	98,9	60,6	0,39
Червень	20,3	64	38,3	133,0	83,3	0,37
Липень	23,0	59	49,7	170,0	125,7	0,26
Серпень	22,2	59	44,3	164,4	132,4	0,19
Вересень	16,5	66	32,0	105,4	74,8	0,29
За IV-IX	17,9	64	221,7	734,2	512,5	0,30

2. Урожайність насіння сортів сої залежно від симбіозу інокулянтів на зрошуваних землях Південного Степу (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
	РизобіномК	3,84	2,13	2,99
	РизобіномК+Раenibacillus sp.1	3,75	2,19	2,97
	РизобіномК+Bacillus sp.4	3,95	2,29	3,12
	РизобіномК+Brevibacillus sp.5	3,65	2,05	2,85
	РизобіномК+Pseudomonas sp.6	3,74	2,03	2,89
	РизобіномК+B.megaterium УКМ В-5724	3,25	2,11	2,68
АРАТТА	контроль 1	2,36	1,90	2,13
	контроль 2	2,38	1,92	2,15
	РизобіномК	2,50	2,03	2,27
	РизобіномК+Раenibacillus sp.1	2,53	2,08	2,31
	РизобіномК+Bacillus sp.4	2,54	2,55	2,55
	РизобіномК+Brevibacillus sp.5	2,53	2,27	2,40
	РизобіномК+Pseudomonas sp.6	2,39	2,34	2,37
	РизобіномК+B.megaterium УКМ В-5724	2,38	2,29	2,34

Висновки. Отже, формування врожаю насіння різностиглих сортів сої Діона й Аратта в умовах регіональної зміни клімату в сухих (95%) за забезпеченістю опадами 2017-2018 рр. істотно залежало від гідротермічних умов вегетаційного періоду культури та симбіозу бульбочкових й ендofітних бактерій на зрошуваних землях підзони південного

Степу України. 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 і сорту Аратта – на 0,27-0,42 т/га.

Бібліографія

1. Бабич А.О., Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
2. Бабич А.О., Побережна А.А. Народонаселення і продовольство на рубежі другого і третього тисячоліть. Київ: Аграрна наука, 2000. 158 с.
3. Влияние различных штаммов *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan на урожайность сои. Магомедов Р.Д. / Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. №. 2. С. 148-149.
4. Iutynska G.O., Tytova L.V., Leonova N.O., Antypchuk A.F., Brovko I.C. Complex bacterial preparations / Bioregulation of microbial-plant system // Editors G.O. Iutynska, S.P. Ponomarenko. Kiev: Nichlava, 2010. P. 352-376.
5. 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.
6. Naveed M., Aziz M.Z., Yaseen M. Perspectives of using endophytic microbes for legume improvement / Microbes for Legume Improvement Springer Editors Almas Zaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat. 2017. P. 277-299.
7. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г. Каталог сортів та гібридів сільськогосподарських культур селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН України. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2017. С. 38-53.
8. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве. Ушкаренко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 335 с.
9. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата. Москва, 1962. Т. 94. №. 1. С. 65-70.
10. Гарифуллина Д.В. Эндofитные бактерии растений гороха как активный компонент бобово-ризобияльной симбиотической системы: автореф. дис. на соискание науч. степени. канд. биол. наук: 03.02.03. Уфа, 2012. 124 с.

References

1. Babich, A.O., & Poberezhna, A.A. (2011). Seleksiya, virobnitstvo, torgivlya i vikoristannya-soyi u sviti [Collection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kiev: Agrarian Science. [in Ukrainian].
2. Babich, A.O., Poberezhnaya, A.A. (2000). Narodonaselennya i prodovolstvo na rubezhi drugogo i tretogo tisyacholit [Population and food at the turn of the second and third millennium]. Kyiv: Agrar. Science. [in Ukrainian].
3. Iutynska, G.O., Tytova, L.V., Leonova, N.O., Antypchuk, A.F. & Brovko, I.C. (2010). Complex bacterial preparations. Bioregulation of microbial-plant system. Kiev, 352-376.
4. Magomedov, R.D., Tsekhmeystrukt, N.G., Selyakin, VA, Ryabukha, S.S. & Didovich, S.V. (2011). Vliyanie razlichnyih shtammov *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan na urozhaynost soi [Influence of different strains of *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan on soybean yield]. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds, 2, 148-149. [in Russian].
5. Sturza, A.V., Christieb, B.R. & Nowack J. (2010). Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. Critical Reviews in Plant Sciences, 19,1-30.
6. Naveed, M., Aziz, M.Z. & Yaseen, M. (2017). Perspectives of using endophytic microbes for legume improvement. Microbes for Legume Improvement Springer Editors Almas Zaidi Mohammad Saghir Khan Javed Musarrat, 277-299.

7. Vozhegova, R.A., Lavrinenko, Y.O. & Basil, G.G. (2017). Katalog sortiv ta gibridiv silskogospodarskih kultur selektsiyi Institutu zroshuvanogo zemlerobstva NAAN [Catalog of varieties and hybrids of agricultural crops of breeding at the Institute of Irrigated Agriculture NAAN]. Kherson: FOP Grin D.S., 38-53. [in Ukrainian].
8. Ushkarenko, V.A., Lazarev, N.N., Goloborodko, S.P. & Cocovihin, S.V. (2011). Dispersionnyiy i korrelyatsionnyiy analiz v rastenievodstve i lugovodstve [Dispersion and correlation analysis in crop and grassland farming]. Moscow: RSAU-MSA them. K.A. Timiryazeva. [in Ukrainian].
9. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biologicheskoy effektivnosti klimata [The indicator of the biological efficiency of the climate]. Izvestiya All-Union Geographical Society, 1, 65-70. [in Russian].
10. Garifullina, D.V. (2012). Endofitnyie bakterii rasteniy goroha kak aktivnyiy komponent bobovo-rizobialnoy simbioticheskoy sistemy [Endophytic bacteria of pea plants as an active component of the bean-rhizobial symbiotic system]. Author's abstract. Cand. biol. sciences Ufa. [in Russian].

Е.Д. Дубинская, Л.В. Титова

Влияние инокуляции семян клубеньковыми и эндофитными бактериями

на урожайность разноспелых сортов сои в условиях орошения южной Степи Украины

Аннотация. В статье приведены результаты исследований влияния 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 ультраскороспелого сорта сои Диона и среднераннего сорта Аратта в условиях орошения южной Степи Украины. Максимальная урожайность сорта Диона сформировалась при предпосевной инокуляции семян Ризобин^К, + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 т/га, сорта Аратта – 2,55 т/га. Высокую урожайность сои сорта Диона – 2,85 т/га и сорта Аратта – 2,40 т/га также было получено при инокуляции семян бактериальным комплексом Ризобин^К + *Brevibacillus* sp. 5. Наименьшую урожайность зерна обоих сортов сои получен в варианте Контроль 1 (без обработки семян водой) – 2,27 т/га сорта Диона и 2,13 т/га – сорта Аратта. Предпосевная инокуляция семян различных по скороспелости сортов сои клубеньковыми и эндофитными бактериями по сравнению с контрольными вариантами существенно влияла на формирование урожая разноспелых сортов сои, что способствовало повышению урожайности сорта Диона на 0,58-0,85 т/га и сорта Аратта – на 0,27-0,42 т/га. Влияние погодно-климатических условий при формировании урожая сортов сои устанавливали путем определения потенциального испарения, или испаряемости, дефицита влагообеспеченности и коэффициента увлажнения. Испаряемость и дефицит влагообеспеченности за междуфазными периодами сортов сои, которые изучались, существенно менялись и зависели от среднесуточной температуры и относительной влажности воздуха и количества осадков, выпавших в течение вегетационного периода. Так, количество атмосферных осадков в течение периода апрель-сентябрь составляло: 2017-194,5 мм; 2018-88,9 мм и существенно отличалось от суммы осадков за 1945-2010 гг., не превышали 221,7 мм.

Ключевые слова: соя, инокуляция, урожайность, клубеньковые бактерии, эндофиты, симбиоз, орошение.

O.D. Dubinska, L.V. Tytova

Influence of nodulous and endophytic bacteria seeds inoculation upon the soya varieties yield under irrigated conditions of southern Steppe of Ukraine

Abstract. The article presents the results of research about the effect of nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* which are part of the complex bioformulation 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* 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 Rizobin^K + *Bacillus* sp. 4 – 3,12 t/ha, Aratta variety – 2,55 t/ha. The high yield of soybean Diona variety – 2,85 t/ha and Aratta variety – 2,40 t/ha were also obtained for inoculation of seeds by the bacterial complex Rizobin^K + *Brevibacillus* sp. 5. The lowest yield of both sorts of soy was obtained in the version Control 1 (without seed treatment with water) – 2,27 t/ha Dione variety and 2,13 t/ha – Aratta variety. Pre-sowing inoculation of soybean seeds varieties with the nodulous and endophytic bacteria, in comparison with the control variants, significantly influenced the formation of soya varieties crop, and increased the yield of Diona variety by 0,58-0,85 t/ha and the Aratta variety – 0,27-0,42 t/ha. The influence of weather and climatic conditions

on the soybean crop formation was established by determining the potential evaporation, or evaporation, moisture deficit and humidity coefficient. The evaporation and lack of moisture supply during the interphase periods of studied soybean varieties significantly changed and depended on the average daily temperature and relative air humidity and the amount of precipitation fallen during the growing season. Thus, the amount of precipitation during the April-September period was: 2017-194,5 mm; 2018-88,9 mm and significantly differed from the amount of precipitation of 1945-2010, which did not exceed 221,7 mm.

Key words: soybean, inoculation, yield, rhizobiums bacteria, endophytes, symbiosis, irrigation