

**Н. В. Ковальчук**

*Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН*

## **СИМБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ**

*Вивчено вплив комплексу факторів на продуктивність сої. Виявлено композиції, що дають можливість прискорити ріст і розвиток рослин, зменшити поширення хвороб, підвищити продуктивність та покращити якість продукції.*

***Ключові слова:** соя, бактеріальна обробка, сидеральні добрива, мікробіологічні препарати, продуктивність.*

Економічна і екологічна ефективність будь-якого сорту сої визначальною мірою залежать від адаптивної сортової технології його вирощування. У багатьох господарствах на сучасному етапі за низького рівня освоєння сортової технології її виробництва, а саме шляхом своєчасного і якісного виконання передбачених прийомів, можна підвищити її урожай на 25 – 35 % без додаткових витрат. Найефективніше вирощування сортів сої досягається тоді, коли селекція їх ведеться для конкретного регіону в мікрорегіональному розрізі. На кожний градус географічної широти створюється новий сорт, а для нього підбирається штам бактерій та розробляється адаптивна сортова технологія [1, с. 170].

У Хмельницькій області, де проводились дослідження у 2014 р. співвідношення серед 65 сортів різних груп стиглості було таким: скоростиглих – 33,8 %, ранньостиглих – 24,5, середньоранніх – 23,0, середньостиглих – 10,8 і пізньостиглих – 7,7 %. На час проведення досліджень одними з найкращих сортів сої за адаптивним та продуктивним потенціалом були: Медісон – 18,9 %, Анжеліка – 9,9, Черемош – 7,7, Аннушка – 5,6, Золотиста – 4,8, Легенда – 4,3, Хорол – 4,1, Танаїс – 3,8, Терек – 2,6, Устя – 2,5, Мерлін – 2,2 та КиВін – 2,0 %, що становлять 68,4 % від загальної посівної площі 200 тис. га.

Ґрунт є найбільш важливим чинником впливу на швидкість фіксації азоту соєю та його кількістю. Його фізичні, хімічні та біологічні властивості значно впливають на активність біологічної азотфіксації. Важливим чинником також є нестача в ґрунті органічних речовин, у результаті чого мікробна активність знижується і біологічна азотфіксація стає менш ефективною. Встановлено, що в умовах кислого ґрунту кальцій і фосфор є лімітуючим чинником для біологічної фіксації [2, с. 40]. Звіти свідчать про різ-

ний вплив сортів сої на активність фіксації азоту бактеріями. Так як біологічна азотфіксація починається тільки після фази сходів, тоді тривалість періоду, під час якого можливий цей процес, буде визначатися початком періоду вегетативного росту [3, с. 67].

Симбіотична азотфіксація – це економічно привабливий та екологічно безпечний засіб скорочення використання мінеральних азотних добрив у сільськогосподарському виробництві. Крім того, нітратний азот, внесений у ґрунт, є одним з основних інгібіторів симбіозу бульбочкових бактерій і сої [4, с. 13]. Таким чином, тривалість різних фенологічних фаз визначає загальну кількість фіксованого азоту. Високоврожайні сорти, які вимагають швидкого руху продуктів фотосинтезу, впливають на швидкість та кількість фіксованого культуурою азоту. Тому, вивчення симбіотичної продуктивності сої є основою наукових досліджень у рослинництві. Спостереженнями науковців за попередні роки встановлено, що не тільки генетичні основи рослин сої визначають величину її симбіотичної продуктивності, але й низка технологічних заходів: інокуляція насіння бактеріальними препаратами, стимуляторами, сорти, заробка сидеральних добрив у ґрунт та, в цілому, адаптовані сортові технології для зони її вирощування.

У зв'язку з цим, метою наших досліджень було вивчення найширшого сучасного спектру технологічних заходів вирощування сої різностиглих сортів для оптимальної реалізації активного симбіозу культури з бульбочковими бактеріями в умовах підзони достатнього зволоження західного Лісостепу. Для визначення та наукового обґрунтування поставленого завдання, вивчення дії препарату симбіотичних азотфіксуючих мікроорганізмів Вг. жар. повільнорослого штаму М-8 та Вг. ср. швидкорослих 1К, 2К, заробки сидеральних добрив і без добрив та обприскування посівів ристрегулятором росту мікробного походження Кладостимом.

**Матеріали та методи досліджень.** Кліматичні та метеорологічні умови у 2013 – 2014 роках були сприятливими для вирощування сої. Погодні умови поряд із властивостями ґрунту є першочерговими і незамінними чинниками росту, розвитку і продуктивності культури. Ступінь забезпеченості рослин цими чинниками визначає рівень ефективності всіх агротехнічних заходів і матеріальних затрат, пов'язаних з виробництвом продукції. За даними Петриченка В. Ф. та співавторів було встановлено, що якщо за вегетаційний період ГТК для сої становив 1,37–1,65, то були високі показники врожайності насіння сої. Зменшення цього показника призводить до скорочення вегетаційного періоду культури, збільшення – подовження його тривалості.

В умовах проведення досліджень найкращим за вологозабезпеченістю характеризувався 2013 р. з показником ГТК за квітень – 3,2, травень – 4,5, червень – 9,91, липень – 3,39, серпень – 3,08, вересень – 27,5 і кількістю опадів за вегетаційний період – 940,8 мм. Лише один квітень мав значний дефіцит вологи – 36,8 мм, що на 8,6 мм менше до середньомісячного

багаторічного показника. Найкращим за температурним режимом і вологозабезпеченістю характеризувався 2014 р. з показником ГТК за квітень – 8,6, травень – 6,89, червень – 2,48, липень – 8,16, серпень – 2,67, вересень – 1,0 з кількістю опадів за вегетаційний період – 687,6 мм .

Ґрунт – чорнозем опідзолений середньо-суглинковий слабозмитий. Аналізуючи зразки ґрунту за агрохімічними та екологічними показниками встановлено, що на варіантах, де сидеральні добрива не вносили, вміст гумусу становив 3,05 %, тоді як на варіанті із заробкою сидеральних добрив даний показник зріс до 3,11 %, відповідно, кислотність ґрунтового розчину змінилась з 5,3 до 5,9 рН, вміст нітратного азоту збільшився з 81,2 до 84,0 мг/кг ґрунту. Вміст рухомого фосфору при заробці сидеральної маси змінився з 326 до 231 мг/кг ґрунту. Калійний режим ґрунту при заробці сидеральних добрив змінювався з 116 до 89 мг/кг ґрунту. Вміст мікроелементів при заробці сидерату збільшувався: В з 1,17 до 1,35 мг/кг; Сu – 0,10—0,14; Zn – 0,37—0,54; Со – 0,21—0,25; Мп – 15,1—18,5; Мо – 0,10—0,12 мг/кг. Ртуті в ґрунтових зразках не виявлено, вміст кадмію (Cd) та свинцю (Pb) не перевищили гранично допустимої концентрації.

Дослідження проводилися із рекомендаціями для зони Лісостепу сої: Хвиля, Сіверка, Княжна та Хуторяночка. Загальна площа ділянки становила 40,0 м<sup>2</sup>, площа облікової частини – 25,0 м<sup>2</sup>.

Схема досліду: I. Фактор «А» «удобрення» 1. Контроль (без добрив); 2. Сидеральні добрива. II. Фактор «В» «обробка насіння» 1. Контроль (без обробки); 2. Штам *Bradyrhizobium sp.* «1К»; 3. Штам *Bradyrhizobium sp.* «2 К»; 4. Штам *Bradyrhizobium jap.* «М-8». III. Фактор «С» «обприскування посівів» 1. Контроль (без обробки); 2. Кладостим.

Виконали польові дослідження щодо застосування на двох фонах – (заробка сидеральних добрив та без них), інокуляції насіння мікробними штамми бульбочкових бактерій швидкорослих штамів сої *Bradyrhizobium sp.* 1К і 2К та повільнорослого штаму ризобій сої *Bradyrhizobium japonicum* М-8, а також оприскування посівів у фазі цвітіння сої рістрегулюючою речовиною мікробного походження Кладостим – це природний сапрофітний гриб (*Cladosporium cladosporioides* 359), до складу якого входять мікроорганізми, метаболіти, біологічно активні речовини іншого ґрунтового гриба. Препарати для досліджень надав Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Агротехніка вирощування сої – загальноприйнята.

Польові досліді закладались у тимчасовому досліді на землях Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, відповідно до загальноприйнятих методик [5, с. 351; 6, с. 264].

**Результати досліджень та їх обговорення.** За нашими спостереженнями соя в 2013–2014 роках формувала добру розвинену стрижневу кореневу систему з боковими галуженнями додаткових корінців, основна

маса яких розміщувалася у верхньому (0–30 см) шарі ґрунту. Проте, вона проникала значно глибше і її заглиблення в ґрунт зазначали в шарі 0–70 см. У рослин сої азотфіксація відбувається від фази трійчастих листків до масового цвітіння, формування і початку наливання бобів, упродовж наступних фаз розвитку спостерігалось її зниження. Відповідно, активна робота діючих бульбочок тривала 35–45 днів, з подальшим ослабленням азотфіксації, старінням, відмиранням та одночасним утворенням на коренях нових активних бульбочок.

Кількість активних бульбочок на корені з розрахунку на 1 рослину залежала в досліді від інокуляції насіння штамами М-8, 1К та 2К та заробки сидеральних добрив. Наприклад, на контролі без інокуляції і без сидеральних добрив, кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Сіверка – 7 шт./рослину, Княжна – 8, Хуторяночка – 8, Хвиля – 6 шт./рослину, відповідно з заробкою сидеральних добрив без інокуляції їх кількість збільшувалася до 14,0 шт.; 16,0; 18,0; 14,0 шт./рослину, тобто в 2 рази збільшується кількість бульбочок на кореневій системі рослин сої на фоні з сидеральними добривами.

За інокуляції насіння штамом М-8 на фоні без добрив кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Княжна – 32 шт./рослину, Хуторяночка – 38, Хвиля – 34, Сіверка – 35 шт./рослину. Інокуляція насіння швидкорослим штамом 1К на фоні без добрив збільшувала кількість бульбочок на корені у сортів Княжна до 43 шт./рослину, Хвиля – 42 шт./рослину, тоді як штам 2К збільшував кількість бульбочок у сортів Хуторяночка до 41 шт./рослину та Сіверка до 41 шт./рослину.

При внесенні сидеральних добрив та інокуляції насіння штамом М-8, кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Княжна – 47 шт./рослину, Хуторяночка – 54, Хвиля – 45 і Сіверка – 53 шт./рослину.

На фоні заробки сидеральних добрив та інокуляції швидкорослим штамом 1К кількість бульбочок збільшилась залежно від сортів і була різною: Княжна – 64 шт./рослину, Хуторяночка – 65, Хвиля – 60, Сіверка – 61 шт./рослину.

При інокуляції насіння штамом 2К на фоні заробки сидеральних добрив кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Княжна – 56 шт./рослину, Хуторяночка – 66, Хвиля – 51, Сіверка – 66 шт./рослину.

Найвищий показник кількості бульбочок на корені рослин сої був за інокуляції насіння 1К, заробки сидеральних добрив та обприскування посівів Кладостимом у сортів: Княжна – 80 шт./рослину, Хвиля – 72 шт./рослину, тоді як за інокуляції насіння штамом 2К на фоні сидеральних добрив та обприскування посівів кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Хуторяночка – 82 шт./рослину, Сіверка – 76 шт./рослину.

Сира маса активних бульбочок зростала у варіантах досліду відносно до контролю без інокуляції та сидеральних добрив. Завдяки інокуляції насіння штамом М-8, кількість активних бульбочок і їх сира маса зростала залежно від сортів і була різною: Княжна – 2,8 г на 1 рослину, Хуторяночка – 3,1, Хвиля – 2,8, Сіверка – 3,4 г на 1 рослину. Збільшилася сира маса бульбочок за інокуляції штамом 1К на фоні сидеральних добрив та обприскування посівів Кладостимом і, залежно від сортів, була різною: Княжна – 7,2 г на 1 рослину, Хвиля – 6,0 г на 1 рослину, тоді як за інокуляції насіння штамом 2К на фоні сидеральних добрив та обприскування посівів сира маса бульбочок, залежно від сортів, зросла і була різною: Хуторяночка – 9,0 г на 1 рослину, Сіверка – 7,3 г на 1 рослину.

У середньому, за роки досліджень, урожайність насіння сої сорту Хуторяночка в досліді була різною і зростала з обробкою посівного матеріалу різними бульбочковими бактеріями на фоні заробки сидеральних добрив та обприскування посівів Кладостимом. Наприклад, на контролі без інокуляції насіння, без сидеральних добрив та обприскування, урожайність насіння становила – 2,75 т/га тоді як від обробки насіння штамів: М-8 – 2,92 т/га, 1К – 2,98 т/га, 2К–3,02 т/га, після обробки посівів Кладостимом вона дещо збільшилась і, залежно від штамів, була, відповідно: 3,05 т/га – 3,14 т/га – 3,14 т/га. Проте, сумісна інокуляція насіння та заробка сидеральних добрив збільшувала урожайність, відповідно до 3,16, 3,19, 3,25 т/га. Найвища урожайність сорту Хуторяночка на ділянках з поєднанням застосуванням інокуляції насіння, обприскуванням посівів на фоні заробки сидеральних добрив від штаму М-8 була 3,21 т/га, 1К – 3,25 і 2К – 3,35 т/га. Аналізуючи показники урожайності, отримані за 2013–2014 роки досліджень, встановлено, що кращим варіантом є варіант інокуляції насіння сорту Хуторяночка штамом 2К з обприскуванням посівів Кладостимом на фоні заробки сидеральних добрив, де приріст урожаю становив 0,60 т/га або 21,8 %.

За результатами аналізу даних продуктивності сої сорту Хвиля та Княжна було встановлено, що ступінь впливу факторів розподілився таким чином: – вплив агрометеорологічних умов вегетаційного періоду – рік вирощування – 45,8 %, взаємодія інокуляції, добрив та обприскування – 21,7 %, інокуляція – 8,7, сидеральні добрива – 10,6, сортність – 7,5 і обприскування – 5,7 % (рис. 1).

Результатами аналізу даних продуктивності сої сорту Сіверка та Хуторяночка було встановлено, що ступінь впливу факторів розподілився таким чином: – вплив агрометеорологічних умов вегетаційного періоду – рік вирощування – 48,2%, взаємодія інокуляції, добрив та обприскування – 21,9 %, інокуляція – 8,6, сидеральні добрива – 10,0, сортність – 4,6 і обприскування – 6,7 % (рис. 2).

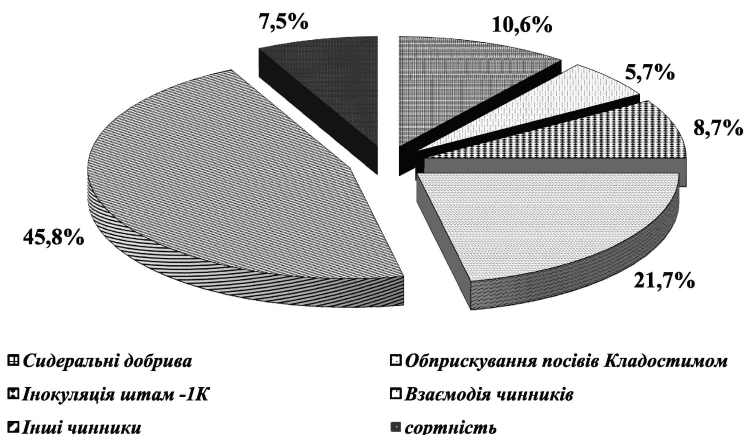


Рис. 1. Частка впливу чинників на продуктивність сої сорту Хвиля та Княжна, у середньому за 2013–2014 рр.

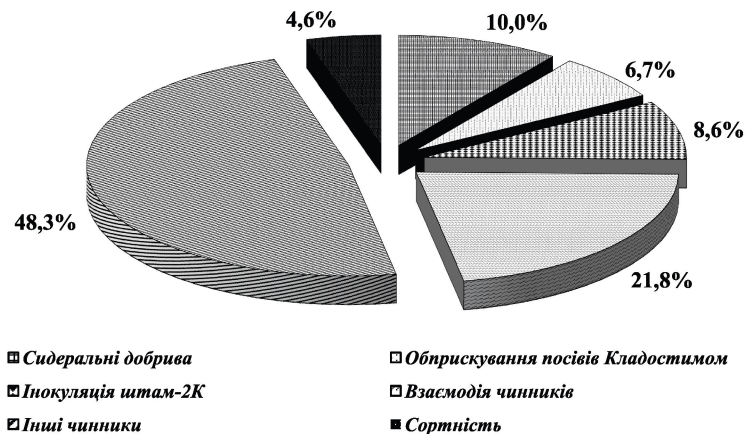


Рис. 2. Частка впливу чинників на продуктивність сої сорту Сіверка та Хуторяночка, у середньому за 2013–2014 рр.

**Висновки.** Максимальна кількість активних бульбочок на 1 рослині зростала завдяки заробці сидеральних добрив у ґрунт за інокуляції насіння швидкорослим штамом 1К: сорт Княжна – 76 шт./рослину, Хуторяночка – 67, Хвиля – 74, Сіверка – 61 шт./рослину. За інокуляції насіння швидкорослим штамом 2К на фоні заробки сидеральних добрив кількість активних бульбочок, залежно від сортів, була різною: Княжна – 70 шт./рослину, Ху-

торяночка – 83, Хвиля – 61 і Сіверка – 74 шт./рослину, відповідно, збільшувалась їх маса від 2,3 до 9,7 г на 1 рослину. За інокуляції насіння штамом 1К без сидератів та без обприскування, урожайність становила у сорту Хвиля – 2,75 т/га, Княжна – 2,97 т/га, тоді як за інокуляції штамом 2К вона була у сорту Сіверка – 2,91 т/га і Хуторяночка – 3,02 т/га. На ділянках, де заробляли сидеральні добрива та інокулювали насіння штамом 1К, урожайність зростала у сорту Хвиля до 3,03 т/га, Княжна – до 3,21 т/га, а з інокуляцією штамом 2К на фоні сидеральних добрив з обприскуванням посівів Кладостимом вона збільшувалась, відповідно, по сортах: Сіверка – до 3,18 т/га і Хуторяночка – до 3,25 т/га. Це пояснюється кращими мікробіологічними процесами у ґрунті в результаті збільшення його вологості та зменшенні щільності складання ґрунту, збільшенні теплового та поживного режимів

Отже, підвищення ефективності бобово-ризобіального симбіозу залежить як від селекції сортів сої, так і від селекції відповідних високоактивних штамів ризобій. На основі таких досліджень можна визначити ефективні штами ризобій для нітрагінізації перспективних сортів сої.

#### Бібліографічний список

1. *Бабич А. О.* Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – К.: Аграрна наука. – 2011. – 548 с.
2. *Waluyo S. H.* Effect of phosphate on nodule primordia of soybean (*Glycine max* Merrill) in acid soils in rhizotron experiments / S. H. Waluyo, L. T. An, L. Mannelje // *Indonesian Journal of Agricultural Science*. – 2004.–5. – P. 37–44.
3. *Сингх. Гурикбал.* Соя: біологія, виробництво, використання (ред.). / Гурикбал. Сингх // Київ: Издательство дом «Зерно». – 2014. – 656 с.
4. *Чинчик О. С.* Продуктивність сої залежно від удобрення, добору сортів та способів основного обробітку ґрунту в умовах південної частини Лісостепу західного / О. С. Чинчик // *Зб. наук. пр. ПДАТУ*. – 2013. – Вип. 21. – С. 12–14.
5. *Доспехов Б. В.* Методика полевого опыта / Б. В. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. *Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб.* / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут та ін. – К.: «Центр учбової літератури». – 2013. – 264 с.

*Надійшла до редколегії 29. 12. 2015 року*