

2. Dehodiuk E.H., Saiko V.F., Kornijchuk M.S. et al. (1992). *Rehuliuвання azotnoho rezhymu gruntiv i nitratne zabrudnennia navkolyshnoho seredovyshcha* [Regulation of soil nitrogen regime and nitrate environmental pollution]. Kyiv, «Urozhai» Publ., pp. 45–100 (in Ukrainian).
3. Makarenko N.A., Makarenko V.V., Bondar V.I. et al. (2008). *Ekolohichna ekspertyza tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur: metoduchnyy rekomendacyy* [Ecological expertise of growing technologies of agricultural crops: guidelines]. Kyiv Publ., 28 p. (in Ukrainian).
4. Dospheov B.A. (1985). *Metodyka polevogo oputa (s osnovamy statystycheskoy obrabotky rezultatov yssledovanya)* [Methods of field experience with the fundamentals of statistical processing of research results]. Moscow: Agropromizdat Publ., 351 p. (in Russian).
5. Ivashchenko A.A. (2001). *Buryanu v agrocenozax* [Weeds in agrocenoses]. Bila Tserkva: Svít Publ., 234 p. (in Ukrainian).
6. Komarov N.F. (1940). *Metodyka heobotanycheskoho yssledovanyia sornoi rastytelnosti* [Methodology of geobotanical investigations weed vegetation]. Moscow, AN SSSR Publ., Vol. 2, pp. 143–161 (in Russian).
7. Makarenko N.A., Bondar V.I., Nikitiuk Yu.A. (2009). *Ekolohichna ekspertyza tekhnolohii vyroshchuvannya zernovykh kultur (na prykladi tekhnolohii vyroshchuvannya pshenytsi yaroi v zoni pivnichnoho Lisostepu)* [Ecological expertise of growing technologies of grain crops (on the example of growing technologies of spring wheat in the area of the northern forest-steppe)]. *Agroyekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], No. 1, pp. 24–30 (in Ukrainian).

УДК 631.8.632.633.34

## ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

Л.І. Прус

*Подільський державний аграрно-технічний університет*

*Викладено результати дослідження сукупності агроекологічних чинників, їх впливу на продуктивність сої та реакцію на них сучасних сортів в умовах Західного Лісостепу України. Використано композиції мікроорганізмів, що дають можливість прискорити ріст і розвиток рослин, зменшити поширення хвороб, підвищити продуктивність та покращити якість продукції. Досліджено вплив сидеральних добрив на ріст і розвиток рослин сої. Встановлено позитивний вплив обприскування посівів у фазі цвітіння мікробним препаратом Хетомік на основі штаму *Chaetomium cochliodes* на врожайність та якість насіння сої. Виявлено різну реакцію досліджуваних сортів сої. Найбільш чутливими до чинників впливу виявилися сорти Анжеліка і Георгіна.*

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

Загальновідомо, що природне землеробство, основане на насиченні сівозміни (не менше 25%) бобовими культурами, органічними добривами, дає змогу інтенсифікувати природні процеси біологічної фіксації азоту повітря, іммобілізації важкорозчинних фосфатів ґрунту і, зрештою, істотно зменшити використання мінеральних (зокрема, енергозатратних азотних) добрив та інших хімічних меліорантів [1, 2].

Сільськогосподарське виробництво залежить від активності різноманітних організмів, які забезпечують живлення та розвиток рослин, тварин, біологічний контроль за шкідниками (комахами-фітофагами, гризунами) та бур'янами, а також родючість ґрунту тощо [3, 4].

В Україні розроблено експериментальні комплексні мікробні добрива, що містять іннокуляційний матеріал бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*.

Мета роботи — визначення впливу на продуктивність різних сортів сої в умовах

Західного Лісостепу України таких чинників: сидеральні добрива, інокуляція насіння, обприскування посівів мікробним препаратом.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліди закладали у 2011–2015 рр. на полях Хмельницького обласного державного центру експертизи сортів рослин Українського інституту експертизи сортів рослин відповідно до загальноприйнятої методики.

Вивчали дію та взаємодію різних агротехнічних прийомів під час вирощування сої у польових умовах.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий, слабозмитий. Агрохімічні показники шару (0–30 см): гумус за Тюрнімом – 3,2–3,6; рН (сольове) – 5,5–6,0; гідролізований азот – 12 мг на 100 г ґрунту, рухомий фосфор – 23,0; обмінний калій – 11,0 мг на 100 г ґрунту.

Клімат та метеорологічні умови у 2011–2015 рр. характеризувались задовільною кількістю опадів та тепловим режимом. Сума ефективних температур вище 10°C за вегетаційний період сої становила 2815°C, кількість опадів – 699,1 мм при середній температурі 19,4°C. Тобто метеорологічні умови п'яти років досліджень були оптимальними та сприятливими для вирощування скоростиглих та середньостиглих сортів сої.

Упродовж п'яти років були проведені польові дослідження щодо застосування мікробних штамів бульбочкових бактерій 634Б, 614А та М-8 на двох фонах (внесення сидеральних добрив та без них), а також застосування в процесі вегетації культури препарату мікробного походження Хетомік.

*Схема дослідю:*

I. Фактор «А» – удобрення: 1. Контроль (без добрив), 2. Сидеральне добриво. II. Фактор «В» – сорт: 1. Легенда (контроль), 2. Анжеліка, 3. Ксенія, 4. Георгіна. III. Фактор «С» – обробка насіння: 1. Контроль (без обробки), 2. Штам *Bradyrhizobium japonicum* 634Б у дозі 200 тис. клітин на одну насінину, 3. Штам *Bradyrhizobi-*

*um japonicum* 614А у дозі 200 тис. клітин на одну насінину, 4. Штам *Bradyrhizobium japonicum* М-8 у дозі 200 тис. клітин на одну насінину. IV. Фактор «D» – обприскування посівів: 1. Контроль (без обприскування), 2. Хетомік у дозі 100 мл/га (обприскування посівів у фазі цвітіння з витратою робочого розчину 250 л/га. (Фактор «А» – 2 × Фактор В – 4 × Фактор «С» – 3 × Фактор «D» – 2 за трикратної потворності на 192 ділянках). Площа загальної ділянки – 40 м<sup>2</sup> × 192 = 0,80 га. Облікова площа ділянки – 25 м<sup>2</sup> × 192 ділянок = 0,60 га. Площа під дослідом – 1,0 га. Дослідження проводилися із рекомендованими для зони Лісостепу сортами сої: Легенда, Анжеліка, Ксенія та Георгіна.

Дослідження щодо впливу сидерального добрива, обробки насіння штамми бактерій 634Б, 614А і М-8 та обприскування посівів у фазі цвітіння препаратом Хетомік на основі штаму *Chaetomium cochliodes* 3250 на ріст та розвиток сої проводили впродовж 2011–2015 рр. Препарат Хетомік створено в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів). Це – сухий порошок коричневого кольору, у 1 г якого міститься 8–9·10<sup>8</sup> сумкоспор гриба. Біопрепарат Хетомік рекомендовано для передпосівної обробки насіння та обприскування посівів сільськогосподарських культур у відкритому ґрунті, а також для безпосереднього внесення у ґрунт з органічною речовиною (гній, солома, сидерат тощо) у закритому ґрунті. Препарати для досліджень надав Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН [2, 4]. Агротехніка вирощування сої – загальноприйнята [2, 3].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Інокуляція насіння сої штамми бульбочкових бактерій, обприскування посівів препаратом мікробного походження Хетомік на фоні сидеральних добрив позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин різних сортів сої.

Так, залежно від виду препарату та внесення добрив, висота рослин переви-

щувала контроль на 8–20 см, висота кріплення нижнього бобу становила 12–18 см у варіантах із внесенням сидеральних добрив, інокуляції насіння штамми та обприскування посівів мікробіологічним препаратом.

У варіантах із внесенням сидерального добрива, інокуляції насіння штамми 634Б і М-8 та обприскування посівів Хетоміком спостерігалось інтенсивне гілкування з утворенням додаткових листків та бобів.

Густота рослин істотно не змінювалась. Важливою умовою максимально ефективного використання сонячної енергії є формування рослинами оптимальної листової поверхні та тривале перебування асиміляційної поверхні в активному стані. Максимальна площа листової поверхні чотирьох сортів сої (46–52 тис. м<sup>2</sup>/га) була сформована на ділянках, де вносили в ґрунт сидеральні добрива, перед посівом насіння обробляли штамом М-8, а самі посіви — Хетоміком. Приріст листової маси був на 3,4–4,1 тис. м<sup>2</sup>/га більше порівняно з ділянками, де не вносили сидеральне добриво та не обробляли насіння і посіви.

Для забезпечення сої біологічним азотом велике значення має кількість та маса бульбочок на кореневій системі рослин. У контрольному варіанті без бактеризації та добрив кількість бульбочок на 1 рослину становила 5–8 од. масою 1,40–1,80 г.

Найбільша кількість бульбочок сформувалась на фоні внесення сидеральних добрив та обприскування посівів Хетоміком, зокрема: за обробки насіння сорту Легенда препаратом М-8 — 72 од. (масою 7,6 г), обробки насіння сорту Анжеліка штамом М-8 — 76 (8,0), сорту Ксенія штамом М-8 — 72 (7,3), сорту Георгіна штамом М-8 — 83 од. (масою 8,4 г). Проведені фенологічні спостереження свідчать, що за сприятливих весняних погодних умов та задовільної вологоти шару ґрунту 5 см було одержано дружні сходи на 9–12 день після сівби.

Початок фенологічних фаз (поява 1-го трійчатого листка, бутонізація, цвітіння) на ділянках, де вносили сидеральне добриво, спостерігався на 3–4 дні раніше (у інших варіантах з обробкою бактеріальними

препаратами — на 1–2 дні раніше), ніж на контролі без добрив та обробок.

Достигання насіння, навпаки, спостерігалось спочатку на контролі без добрив. На ділянках із внесенням сидеральних добрив відставання росту і розвитку рослин становило 8–10 днів, де продовжувалась їх вегетація.

Температура повітря вегетаційного періоду сої у 2011 р. була на 2,3–5,3°C та 2012 р. на 3,0–5,7°C вищою від середньобогаторічних показників, що сприяло зменшенню розвитку хвороб. У процесі обстеження посівів нами відзначено кореневі гнилі сходів, пероноспороз, церкоспороз, септоріоз і бактеріоз сої. У 2011–2015 рр. було зафіксовано вищий рівень ураження рослин сої септоріозом та церкоспорозом — від слабого до середнього ступенів.

Вплив штамів бульбочкових бактерій М-8 та 634Б і біопрепарату Хетомік для захисту рослин сої від хвороб можна трактувати не як пряму дію на захворюваність, а швидше, як наслідок покращення умов для росту і розвитку, формування симбіотичної продуктивності, звільнення рослин від супутніх хвороб. Зниженню рівня ураження могла посприяти антагоністична дія мікробіологічних препаратів (бактерій) на збудники захворювань рослин. Біологічні агенти мікробіологічного препарату впливали не тільки на ріст та розвиток рослин, активність процесів азотфіксації, зменшення розвитку та поширення хвороб, а й сприяли формуванню елементів додаткового врожаю від обробки насіння та посівів.

Встановлено, що інокуляція насіння азотфіксуючими штамми у поєднанні з обприскуванням посівів, на фоні внесення сидеральних добрив, істотно впливає на збільшення репродукційних органів рослин сої. Так, частка бобів у цьому варіанті збільшилась на 18%, кількості і маси насіння з однієї рослини — на 25 і 1,1% відповідно.

Структурний аналіз, проведений у лабораторних умовах, свідчить, що наприкінці вегетаційного періоду середня висота рослин сої сорту Легенда становила 74 см, сорту Анжеліка — 94, сорту Ксенія — 86 та

сорту Георгіна — 103 см. Висота кріплення нижніх бобів у середньому в досліді становила 12–18 см, що відповідає технологічним вимогам для прямого збирання комбайном. У середньому в досліді на одній рослині налічувалося майже 42 од. бобів — сорт Легенда, 50 — сорт Анжеліка, 46 — сорт Ксенія та 54 од. — сорт Георгіна. З однієї рослини вихід здорових насінин варіює у межах: 38–86 од. — сорт Легенда (у середньому 72 од.); 36–96 — сорт Анжеліка; 34–81 — сорт Ксенія; 40–100 од. — сорт Георгіна. Тобто на кожен добре розвинений біб у середньому припадає дві кондиційні насінини. Маса насіння з однієї рослини сої сорту Легенда в середньому становить майже 13 г, Анжеліка — 15, Ксенія — 14 та Георгіна — 15 г. Маса 1000 насінин за сортами становить: Легенда — 161 г, Анжеліка — 172, Ксенія — 163, Георгіна — 175 г.

За результатами аналізу показників урожайності, отриманих за п'ять років досліджень (табл. 1), встановлено, що оптимальним варіантом виявилась інокуляція насіння штамми 634Б, 614А та М-8 з одночасним обприскуванням посівів сої Хетоміком на фоні внесення сидеральних добрив. Приріст урожаю за цих умов становить (за сортами): Легенда — 0,48 т/га, або 20,6%, Анжеліка — 0,45, або 8,7, Ксенія — 0,39, або 15,3 і Георгіна — 0,45 т/га, або 17,4% порівняно з контролем (без інокуляції та без внесення сидеральних добрив).

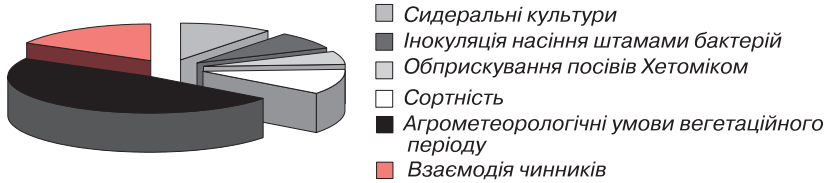
Результати аналізу даних продуктивності сої сортів Легенда, Анжеліка, Ксенія та Георгіна (рис.) свідчать, що ступінь впливу досліджуваних чинників розподілився так: погода (чинник — рік вирощування) — 47,6%, взаємодія чинників — 17,0, сортність — 11,1, сидеральні добрива —

Таблиця 1

**Урожайність сортів сої залежно від обробки насіння і посівів мікробними препаратами та внесення сидеральних добрив, середнє за 2011–2015 рр.**

Варіант досліді	Урожайність сортів, т/га			
	Легенда	Анжеліка	Ксенія	Георгіна
Контроль (без інокуляції)	2,33*	2,41	2,55	2,59
	2,62**	2,67	2,77	2,85
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> М-8	2,49	2,60	2,71	2,75
	2,69	2,77	2,86	2,95
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> 634Б	2,53	2,64	2,73	2,76
	2,75	2,81	2,89	2,96
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> 614А	2,49	2,62	2,71	2,81
	2,72	2,79	2,86	2,98
Обприскування посівів Хетоміком, без інокуляції	2,48	2,57	2,68	2,74
	2,69	2,73	2,82	2,92
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> М-8 + обприскування посівів Хетоміком	2,52	2,68	2,80	2,83
	2,74	2,81	2,92	3,01
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> 634Б + обприскування посівів Хетоміком	2,60	2,72	2,81	2,84
	2,81	2,86	2,94	3,02
Інокуляція насіння <i>V. japonicum</i> 614А + обприскування посівів Хетоміком	2,57	2,71	2,79	2,87
	2,77	2,83	2,93	3,04
Середнє	2,61	2,70	2,80	2,87
НР <sub>05</sub>	0,02	0,02	0,03	0,03

Примітка: \* — урожайність без внесення та \*\* — за внесення у ґрунт сидеральних добрив.



Частка впливу чинників на продуктивність сортів сої, середнє за 2011–2015 рр.

Таблиця 2

**Економічна ефективність застосування штаму 634Б за інокуляції насіння, внесення сидеральних добрив та обприскування посівів для вирощування сої сорту Легенда, середнє за 2011–2015 рр.**

№ пор.	Показник	Контроль	Штам 634Б	Відхилення (±)	
				Абсолютне	%
1.	Урожайність, т/га	2,33	2,81	+0,48	+20,6
2.	Витрати на основну продукцію, грн/га	5214	5922	+708	+11,4
3.	Повна собівартість 1 ц продукції, грн	223,8	210,7	+13,1	–5,9
4.	Валовий дохід, грн/га	18640,0	22480,0	+3840	+ 12,1
5.	Прибуток, грн/га	13426,0	16558,0	+3132	123
6.	Рівень рентабельності, %	257,5	279,6	+22,1	+8,6
7.	Окупність прибутком додаткових витрат на інокуляцію, грн/грн	–	4,4	–	–

10,5, інокуляція – 7,7, обприскування посівів – 6,1%.

Вплив комплексного чинника у поєднанні з підвищенням валового доходу від реалізації продукції (на 12,1%) сприяє зростанню обсягу прибутку (на 12,3) та підвищенню загального рівня рентабельності виробництва (на 8,6%). Окупність прибутком додаткових витрат на інокуляцію, сидерацію та обприскування посівів становить 4,4 грн/грн.

Отже, залежно від застосування штамів бульбочкових бактерій, встановлено різну реакцію на них досліджуваних сортів. Рослини цих сортів формували більшу кількість бобів, повноцінного насіння, бульбочок на кореневій системі, площу листової поверхні, також підвищувалася маса бульбочок на корені однієї рослини та маса 1000 насінин, збільшувався вміст олії, протеїну та вихід кормових одиниць.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що домінуючими хворобами в посівах сої були септоріоз та церкоспороз. За обробки насіння та посівів біопрепаратами на фоні внесення у ґрунт сидеральних добрив рослини сої були найстійкішими до патогенів. Взаємодія всіх досліджуваних чинників забезпечувала зниження захворюваності на септоріоз на 35% і церкоспороз – на 42%.

Залежно від застосування інокуляції насіння, обробки посівів та внесення сидеральних добрив, встановлено різну реакцію сортів сої. Найбільш чутливими до чинників впливу виявилися сорти Анжеліка і Георгіна. Рослини цих сортів формували більшу кількість бобів, повноцінного насіння, бульбочок на кореневій системі, площу листової поверхні, також підвищувалася маса бульбочок на корені однієї рослини та маса 1000 насінин.

Встановлено, що в умовах Західного Лісостепу насіння сортів сої перед сівбою доцільно інокулювати штамми бульбочкових бактерій 634Б та М-8 на фоні внесення у ґрунт сидеральних добрив. Посіви

цих сортів рекомендовано обприскувати у фазі цвітіння біопрепаратом Хетомік у дозі 100 мл/га, з використанням робочого розчину 250 л/га.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Система органического земледелия в Украине / С. Антонец, Г. Лукьяненко, В. Писаренко, П. Писаренко // Зерно. — 2015. — № 3. — С. 30–36.
2. Гаркавенко Ю. Прогноз урожая масличных культур в Украине / Ю. Гаркавенко // Зерно. — 2015. — № 3. — С. 36–38.
3. Дерев'янський В.П. Реакція рослин сої на застосування штамів бульбочкових бактерій та сидеральних добрив за різних погодних умов / В.П. Дерев'янський, Н.В. Ковальчук // Агро-екологічний журнал. — 2015. — № 2. — С. 69–74.
4. Методика випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун та ін.; за ред. проф. С.О. Трибеля. — К.: Світ, 2001. — 448 с.

### REFERENCES

1. Antonets S., Lukyanenko G., Pisarenko V., Pisarenko P. (2015). *Sistema organicheskogo zemledeliya v Ukraine* [Organic farming system in Ukraine]. Zerno Publ., No. 3, pp. 30–36 (in Russian).
2. Garkavenko Yu. (2015). *Prognoz urozhaya maslichnykh kultur v Ukraine* [Forecast harvest of oilseeds in Ukraine]. Zerno Publ., No. 3, pp. 36–38 (in Russian).
3. Derevianskyi V.P., Kovalchuk N.V. (2015). *Reaktsiya roslin soi na zastosuvannia shtamiv bulbochkovykh bakterii ta syderalnykh dobryv za riznykh pohodnykh umov* [Reaction of soybean plants to use strains of rhizobia and fertilizers syderalnyh for different weather conditions]. *Ahroekolohichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 2, pp. 69–74 (in Ukrainian).
4. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (2001). *Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit Publ., 448 p. (in Ukrainian).

## НОВИНИ

### Шановні колеги!

#### Запрошуємо Вас до участі у засіданні круглого столу на тему «БІОГЕОХІМІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ»

Метою круглого столу є посилення існуючих і формування нових міжгалузевих наукових зв'язків у дослідженнях мікроелементів на основі біогеохімічного вчення, започаткованого В.І. Вернадським.

До участі запрошено фахівців наукових інститутів НААН і НАН України, НАН Білорусі, Української геологічної компанії, агроекологічних університетів України, Білоруського державного університету.

#### Ключові питання обговорення:

1. Історія формування і розвитку біогеохімії.
2. Біологія і екологія мікроелементів.
3. Біогеохімічне і агроекологічне районування України.
4. Методологія агроекологічного оцінювання мікроелементів у агроландшафтах.
5. Мікроелементози і фітопатології сільгосппродукції: причини і наслідки.
6. Біогеохімічна складова здоров'я населення України.

**Робочі мови конференції** — українська, англійська, російська.

Захід відбудеться **12–13 вересня 2017 року** в Інституті агроекології і природокористування НААН за адресою м. Київ, вул. Метрологічна, 12.

**Телефони для довідок:** 044-522-67-55, 068-047-29-91, вчений секретар Інституту канд. екон. наук *Височанська Марія Ярославівна*.