

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Олена ЦИГАНСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук
Вінницький національний аграрний університет
вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна
e-mail: lenkatsiganskaya@gmail.com

Інокуляція насіння препаратом Різолан, поєднання інокуляції із біопротектором Різосейв та обприскування посівів препаратом Органік Баланс суттєво впливали на висоту рослин перед збиранням. Достовірно збільшення площі листової поверхні були за факторами – обприскування посівів препаратом Органік Баланс, інокуляція насіння штамом бульбочкових бактерій у поєднанні із обробленням насіння препаратом Різосейв, котрий являється біопротектором. Найбільша кількість бульбочок на рослині сої відмічена за інокуляції насіння Різолан у поєднанні із біопротектором Різосейв на фоні обприскування посівів Органік балансом – відповідно 78 шт./рослину.

Сира маса активних бульбочок в середньому за 2021–2022 роки порівняно з контролем без інокуляції та обприскування посівів за варіантами дослідження змінювалася. Завдяки інокуляції насіння препаратом Різолан кількість активних бульбочок і їх сира маса зростала. Збільшилася сира маса бульбочок за інокуляції насіння препаратом Різолан у поєднанні із застосуванням біопротектора Різосейв для обробки посівного матеріалу та обприскування посівів препаратом Органік Баланс і становила у сої сорту Медісон 8,0 г з 1 рослини. Інокуляція насіння сої теж суттєво впливала на фотосинтетичну продуктивність. Найбільша площа листової поверхні сорту сої формувалася у фазу наливу насіння у варіанті з інокуляцією насіння препаратом Різолан із одночасним застосуванням препарату Різосейв та обприскуванням посівів Органік балансом – 53,7 тис. м²/га, на контролі вона становила 49,2 тис. м²/га.

Ключові слова: висота рослин, площа листя, бульбочкові бактерії, біопрепарати, фотосинтез.

Вступ

Ріст і розвиток рослин сої пов'язаний із сумою активних температур, необхідних у певний період. Цей показник залежить від маси 1000 насінин, запасів вологи в ґрунті. Маса 1000 насінин досліджуваних сортів сої перед сівбою була в межах 145–178 г. Її сорт за класифікацією відносяться до ранньостиглих. Соя є теплолюбною культурою короткого дня, під час проростання насіння потребує значної кількості вологи в ґрунті – до 140–160% від маси насінини. Сівбу у 2018 році проводили в оптимальні строки – 23 квітня. Процеси росту ранньостиглих сортів сої починали відновлюватися з 4–5 дня від набубнявіння насіння і зародкового рубчика з утворенням ростового корінця, який на 6–7 день поступово заглиблювався у ґрунт, використовуючи самостійно вологу та поживні речовини. Потужний розвиток симбіотичного апарату зернобобових культур залежить не лише від ефективної взаємодії генотипів рослини-господаря та симбіотрофного мікроорганізму в певних умовах вирощування, але і від того, що на його інтенсивність можна чинити певний вплив окремими елементами технології вирощування. А саме, використанням бактеріальних препаратів, різних доз мінеральних добрив та способів застосування мікродобрив, стимуляторів росту рослин (Gorodiska I. et al., 2018).

На сьогоднішній день в аграрній науці найбільш неоднозначним питанням є доцільність застосування азотних добрив під бобові культури. Окремі науковці (Chub A., 2019) стверджують, що

для одержання високих врожаїв необхідно застосовувати під бобові культури великі дози мінерального азоту незважаючи на його вплив на розвиток симбіотичного апарату, а інші дослідники стверджують про доцільність внесення невеликих «стартових» доз азотних добрив (20 – 30 кг/га), які молоді рослини будуть використовувати на перших етапах розвитку, коли ще не сформувалась симбіотична система (Boyko P., Litvinov D., 2019).

Концепція необхідності внесення азотних добрив під бобові культури не узгоджується із теоретичними основами біологічної азотфіксації і результатами численної кількості польових дослідів. Так, дослідження проведені із застосуванням мінерального азоту на темно-каштанових ґрунтах у яких містяться спонтанні бульбочкові бактерії, негативно впливало на утворення і функціонування бульбочок на коренях сої, затримувало утворення бульбочок, знижувало їх нітрогеназну активність, у зв'язку з тим, що запас поживних речовин у сім'ядолях і значна кількість нітратного азоту в ґрунті забезпечують добрий розвиток рослин до функціонування бульбочок.

В умовах енергетичної кризи та ресурсного дефіциту значення сої як високобілкової культури зростає, оскільки вона може формувати високі урожаї і без застосування мінеральних добрив, зокрема азотних, за рахунок біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери. Проте висока продуктивність цієї культури залежить від її симбіозу з бульбочковими бактеріями, що визначається активністю та



конкурентоспроможністю штаму в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, його комплементарністю до певного сорту, а також генетичними особливостями макросимбіонта (Kots S. et al., 2021).

Як зернобобова культура, соя (*Glycine hispida* L.) спроможна біологічно забезпечити накопичення і розвиток симбіотичних мікроорганізмів на власній кореневій системі і завдяки такому симбіозу використовувати атмосферний азот для накопичування його в ґрунті (Demanyuk O. et al., 2019). За здатністю до симбіотичної азотфіксації в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах сорти сої істотно різняться. Генотип сорту, як правило, є визначальним у формуванні ефективного бобово-ризобіального симбіозу. Складність у тому, що в цьому процесі необхідно об'єднати вищу рослину і прокаріот, або нижчий організм бактерій та ще й на рівні сорту і штаму бактерій. Лише за вдалого поєднання штаму бульбочкових бактерій і генотипу рослин можна досягти високої інтенсивності азотфіксації і продуктивності. 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 освоєності сортової технології її виробництва саме шляхом своєчасного і якісного виконання передбачених прийомів можна підвищити її урожайність на 25-35% і більше без додаткових витрат. Найефективніше вирощування сортів сої досягається тоді, коли селекція їх ведеться для конкретного регіону в мікрональному розрізі, на кожний градус географічної широти створюється новий сорт, а для нього підбирається штам бактерій та розробляється адаптивна сортова технологія.

Ґрунт є найбільш важливим чинником впливу на швидкість фіксації азоту соєю та його кількістю. Фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту значно впливають на активність біологічної азотфіксації. Важливим чинником також є нестача в ґрунті органічних речовин, в 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. Звіти свідчать про різний вплив сортів сої на активність фіксації азотбактеріями. Так як біологічна азотфіксація починається тільки після фази сходів, тоді тривалість періоду, під час якого можливий цей процес, буде визначатися початком періоду вегетативного росту (Tkachuk O. et al., 2020).

Симбіотична азотфіксація – це економічно привабливий та екологічно безпечний засіб скорочення використання мінеральних азотних добрив у сільськогосподарському виробництві. Високоврожайні сорти, які вимагають швидкого руху продуктів фотосинтезу, впливають на швидкість та кількість фіксованого культурою азоту, особливо для нових сортів сої. Спостереженнями науковців за попередні роки

встановлено, що не тільки генетичні основи рослин сої визначають симбіотичну її продуктивність, а й низка елементів технології вирощування: фон сидеральних добрив, інокуляція насіння бактеріальними препаратами, стимуляторами росту й інші. Фотосинтез і темпи росту культури безпосередньо пов'язані з отриманням на початку фази вегетативного росту й розвитку сонячної радіації. Показником ефективності роботи фотосинтезу є створена суха речовина. Ефективність випромінювання сильно реагує на будь-які зміни в процесі фотосинтезу, в тому числі й на ті, що викликані умовами зовнішнього середовища: температурою, нестачею вологи, наявністю поживних речовин, які формують листки з високим рівнем протеїну та насіння з високим вмістом енергії.

Інтенсивність фотосинтезу швидше зростає на початку вегетативного росту й розвитку і досягає максимуму із завершенням поступлення сонячної радіації. Інтенсивність фотосинтезу визначають швидке й раннє наростання листкової поверхні в умовах звичайно-рядкового способу сівби і оптимальної густоти стояння рослин в ценозі.

Звідси комплекс робіт в технології вирощування сої повинен забезпечити інтенсивне накопичення сухої органічної речовини і швидке наростання площі листків. Відомо, що сонячна радіація найкраще використовується бобовими рослинами в середині літа.

У рослин сої в умовах підзони достатнього зволоження це відбувається упродовж фаз цвітіння і формування бобів, тому система удобрення повинна будуватися так, щоб найбільш повно забезпечити рослини сої елементами кореневого живлення, а також надходження з повітря через біологічну активність ґрунту достатньої кількості вуглецю. Вищезазначені фактори покращують умови фотосинтезу і коефіцієнт ефективності використання бактеріальних, мінеральних та органічних добрив (Mazur V. et al., 2021).

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження здійснювали упродовж 2021-2022 рр. на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету. У досліді вивчали дію та взаємодію біопрепаратів. Передпосівну обробку насіння та позакореневі підживлення проводили згідно схеми досліду. Обробіток ґрунту та його підготовка до сівби сої були загальноприйнятими для ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу. Основним його завданням є максимальне знищення бур'янів, збереження вологи та вирівнювання поверхні ґрунту. Це обумовлює створення сприятливих ґрунтово-кліматичних умов для росту та розвитку рослин. Попередник – пшениця озима. Після збирання попередника проводили основний обробіток ґрунту, який передбачав дискування на глибину 8-10 см з послідувочою оранкою на глибину 22-25 см. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивування на глибину 6-8 см з



прикочуванням для забезпечення оптимальних умов посіву на задану глибину. В день посіву здійснювали інокуляцію насіння сої препаратом Різолайн та відповідно до схеми досліджу Різолайн + біопротектор Різосейв на основі активних штамів бульбочкових бактерій. Також, на варіантах передбачених схемою досліджу проводили обробку біопрепаратом Органік-Баланс у нормі 0,5 л/га. Висівали у польовому досліді середньоранній сорт сої Медісон, придатний для вирощування у зоні Лісостепу. Дослідження проводилися за загальноприйнятими методичними вказівками.

Результати та обговорення

Результати спостережень за вегетаційним періодом рослин сої свідчать про те, що на 8-9 день після сівби на поверхні ґрунту з'явилися сім'ядольні проростки, які з 9-10 дня поступово набували зеленуватої пігментації. З даного етапу вже розпочиналося самостійне живлення рослин. За температури 18°C в третій декаді квітня 2021 року сходи рослин, залежно від варіанту досліджу, з'явилися на 11-13 день після сівби. Дружні сходи, незалежно від застосованих чинників, встановилися через 11-13 днів. Поява 1-го справжнього листка після сівби спостерігалася в досліді на 8-11 день, в цей час на коренях рослин розпочали формуватися поодинокі (3-5 шт.) бульбочки. Трійчасті листки з'явилися в кінці третьої декади травня, а нові з інтервалом 8-9 днів. У фазі гілкування інтенсивно росла і розвивалася коренева система, формувалось стебло і гілки.

При оптимальній густоті стояння рослин досліджуваній сорт сої не формував великої кількості бокових гілок першого порядку, а утворював без гілок, добре облиствену рослину із значною кількістю бобів по висоті стебла. Досліджуваній сорт сої Медісон у фазу бутонізації характеризувався інтенсивним ростом у висоту. Дана фаза наступала через 45-47 днів. У фазі цвітіння спостерігалася масове утворення суцвіть,

які розміщувались у пазухах листків на коротких ніжках по всьому стеблу до верху. Інтенсивне цвітіння суцвіть (китиць) було на 48-51 день. У цей період на нижніх вузлах появлялися поодинокі боби, формувалась значна кількість листкової маси, відбувався інтенсивний процес фотосинтезу, засвоєння біологічного азоту та інших елементів живлення з ґрунту. Перші боби, залежно від інокуляції та обприскування посівів з'являлися через 8-10 днів після початку цвітіння, проте період їх формування тривав майже 28-31 день. Наливання насіння сої в нашому досліді проходило в другій декаді серпня, який в середньому за роки проведення дослідження був сприятливим для його якісного формування та виповнення. В цій фазі в усіх варіантах досліджень рослини сої майже призупинили вегетаційний ріст, тобто, не спостерігався приріст висоти і утворення листкової маси. Фаза наливання насіння, залежно від досліджуваних чинників, тривала 29-32 дні та поступово переходила у фазу дозрівання. Безпеченість сої теплом була достатньою впродовж всього вегетаційного періоду, що сприяло скороченню вегетаційного періоду до 114 днів.

За роки проведення досліджень повна стиглість насіння відмічалася 1-5 вересня через теплу середньомісячну температуру впродовж вегетаційного періоду (18,7°C) та недостатнє випадання опадів у серпні (9,2 мм), що менше середньомісячної норми на 85,6 мм. На висоту рослин і кількість листків у рослин сої впливали інокуляція насіння перед сівбою і обприскування посівів препаратом Органік Баланс. Висота рослин сорту сої Медісон на контролі була, відповідно, в межах 46,6 у фазу цвітіння та 96,4 см у фазу наливу насіння.

Висота рослин сої перед збиранням урожаю зберігає тенденцію до зростання, що відмічено і в наших дослідженнях. Так, висота сорту сої Медісон в цих варіантах була в межах 96,4-107,9 см (табл. 1).

Таблиця 1. Висота рослин сої сорту Медісон см, середнє за 2021 -2022 рр.

| Варіант | Контроль | | | Органік Баланс | | |
|-------------------|----------|---------------|------|----------------|---------------|------|
| | цвітіння | налив насіння | ± | цвітіння | налив насіння | ± |
| Без інокуляції | 46,6 | 96,4 | 49,9 | 48,1 | 98,3 | 50,1 |
| Різолайн | 49,6 | 99,2 | 49,7 | 52,5 | 103,5 | 51,1 |
| Різолайн+Різосейв | 52,4 | 101,9 | 49,6 | 54,7 | 107,9 | 53,3 |

Інокуляція насіння препаратом Різолайн, поєднання інокуляції із біопротектором Різосейв та обприскування посівів препаратом Органік Баланс суттєво впливали на висоту рослин перед збиранням. Наприклад, якщо на контролі без обробки насіння висота рослин становила 96,4 см то при обробці насіння Різолайном і обприскуванні посівів Органік Балансом ці показники зросли до 98,3-103,5 см. При обробці насіння Різолайн+Різосейв та обприскуванні посівів ці

показники зросли до 107,9 см.

Найважливішою умовою одержання високого врожаю насіння сої є створення оптимальної густоти стояння рослин з відповідною масою рослин і величиною листкового апарату. На основі цих параметрів формується оптико-біологічна структура посіву сої з певною площею асиміляційної поверхні рослин і ефективністю її функціонування щодо використання сонячної енергії. Відомо, що не достатня у перших фазах росту і розвитку рослин

площа листової поверхні є причиною певного недовикористання потенціалу фотосинтетично-активної радіації, а її надлишок у пізніші фази – призводить до взаємозатіннення листків нижніх ярусів. Як наслідок, відбувається неефективний перерозподіл продуктів асиміляції, що суттєво впливає на урожайність і якість насіння сої.

З найважливіших проблем росту і розвитку рослин в технології культури є її ростові процеси. Значна кількість польових досліджень в рослинництві має за кінцеву мету пізнати гіпотезу складних механізмів проходження етапів

органогенезу сої і на основі цих знань та закономірностей створити найсприятливіші умови для росту і розвитку та формування продуктивності рослин. Максимально можлива продуктивність сорту сої безпосередньо залежить від складових технологій, які будуть забезпечувати формування площі листової поверхні й тривалість фотосинтетичної активності. Площу листової поверхні прийнято подавати у тис. м² на 1 га; вона є важливим компонентом визначення продуктивності фотосинтезу, формування урожайності сої (табл. 2).

Таблиця 2. Площа листової поверхні рослин сої сорту Медісон залежно від інокуляції та обприскування посівів препаратом Органік Баланс, тис. м²/га, середнє за 2021-2022 рр.

| Обприскування | Інокуляція насіння штамом бульбочкових бактерій | | | | ± до контролю |
|----------------|---|----------|-------------------|---------|---------------|
| | Контроль | Різолайн | Різолайн+Різосейв | Середнє | |
| Контроль | 49,2 | 51,5 | 52,6 | 51,1 | |
| Органік Баланс | 50,4 | 52,7 | 53,7 | 52,2 | 1,2 |
| Середнє | 49,8 | 52,1 | 53,2 | - | - |
| ± до контролю | - | 2,4 | 3,5 | - | - |

біопрепарату для стимуляції росту і розвитку сільськогосподарських культур Органік Баланс ефективніше діяв на варіантах досліду, де проводилася обробка насіння інокулянтном Різолайн. Інокуляція насіння сої штамом бульбочкових бактерій забезпечила зростання листової поверхні порівняно з контролем в межах 2,4-3,5 тис. м²/га; кращі результати отримано на варіанті досліду, де препарат інокулянт Різолайн поєднували із препаратом біопротектором Різосейв. Максимальний показник площі листової поверхні посівів сої 53,7 тис. м²/га було зафіксовано саме на варіанті оброблення насіння Різолайн+Різосейв та обприскування по вегетації препаратом Органік Баланс.

Достовірне збільшення площі листової поверхні було відмічено на таких варіантах досліду як обприскування посівів препаратом Органік Баланс та інокуляція насіння штамом бульбочкових бактерій у поєднанні із обробленням насіння препаратом Різосейв, котрий являється біопротектором. Також, завданням досліджень було вивчити вплив елементів технології вирощування сої на активізацію її симбіозу з бульбочковими бактеріями в умовах дослідного поля ВНАУ. Схема

досліду включала інокуляцію насіння азотфіксуючими мікроорганізмами та обприскування посівів препаратом Органік Баланс. Для поглиблення досліджень передбачалося дослідити симбіотичну продуктивність – масу та кількість бульбочок на кореневій системі рослини сої.

Впродовж 2020-2021 років соя формувала добре розвинену стрижневу кореневу систему з боковими галузнями додаткових корінців, основна маса яких розміщувалася у шарі ґрунту 0-30 см. Коренева система проникала значно глибше, до 70 см.

Азотфіксація у рослин сої в загальному розпочинається від фази трійчастих листків та активізується впродовж масового цвітіння, формування і початку наливання бобів. 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 у розрахунку на 1 рослину залежала від оброблення препаратом Органік Баланс та інокуляції насіння і застосуванні біопротектора Різосейв (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив елементів технології вирощування сорту сої Медісон на кількість і масу бульбочок, середнє за 2021-2022 рр.

| Оброблення насіння | На одному корені бульбочок | | | |
|--------------------|----------------------------|---------|----------------|---------|
| | кількість, шт. | маса, г | кількість, шт. | маса, г |
| | контроль | | Органік Баланс | |
| Контроль | 17 | 1,0 | 20 | 2,1 |
| Різолайн | 59 | 5,5 | 72 | 7,1 |
| Різолайн+Різосейв | 63 | 6,5 | 78 | 8,0 |
| НП ₀₅ | 19 | 0,9 | 17 | 1,4 |

Найбільша кількість бульбочок на рослині сої становила за інокуляції насіння Різолайн у поєднанні із біопротектором Різосейв на фоні обприскування посівів Органік балансом –

відповідно 78 шт./рослину. Сира маса активних бульбочок в середньому за 2021-2022 роки порівняно з контролем без інокуляції та обприскування посівів за варіантами досліду



змінювалася. Завдяки інокуляції насіння препаратом Різолайн кількість активних бульбочок і їх сира маса зростала. Збільшилася сира маса бульбочок за інокуляції насіння препаратом Різолайн у поєднанні із застосуванням біопротектора Різосейв для обробки посівного матеріалу та обприскування посівів препаратом Органік Баланс і становила у даного сорту Медісон 8,0 г з 1 рослини.

Необхідною умовою росту і розвитку рослин, формування репродуктивних органів є оптимальне освітлення сої, оскільки саме збільшення площі листків у початковий період гарантують максимальну кількість засвоєної світлової енергії. У фазу наливання насіння сої інтенсивність фотосинтезу знижується. Враховуючи біологічні особливості культури дослідження фотосинтетичної

діяльності рослин сої проводилася протягом 2018-2019 років. Важливим показником, що характеризує фотосинтез, є індекс листової поверхні, яка характеризує відношення сумарної листової поверхні рослин до поверхні ґрунту у м². За дослідженнями листовий індекс сортів сої найбільшим був у фазу формування бобів; далі в наслідок взаємозатінення рослин і частково пожовтіння нижніх листків фотосинтетична здатність рослин знижується. Звідси листовий індекс характеризує здатність рослин сої поглинати світлову енергію та накопичувати органічну масу. Встановлено, що інокуляція насіння суттєво впливала на формування показників фотосинтетичної продуктивності сортів сої (табл. 4).

Таблиця 4. Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу сої залежно від інокуляції насіння, середнє за 2021-2022 рр.

| Варіант | Площа листової поверхні у фазу, тис. м ² /га | | Різниця площі листової поверхні, тис. м ² /га | Тривалість періоду, днів | Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² днів/га | Приріст сирової біомаси за період, т/га | ЧПФ, г/м ² за добу |
|-------------------|---|----------------|--|--------------------------|--|---|-------------------------------|
| | бутонізації | наливу насіння | | | | | |
| Контроль | 39,5 | 46,2 | 6,8 | 29 | 194,4 | 1,31 | 4,6 |
| Різолайн | 42,3 | 49,8 | 7,6 | 30 | 225,1 | 1,70 | 5,7 |
| Різолайн+Різосейв | 45,9 | 54,3 | 8,5 | 31 | 260,5 | 2,20 | 7,2 |
| Середнє | 42,6 | 50,1 | 7,6 | 30 | 226,8 | 1,80 | 5,8 |
| НІР ₀₅ | 2,6 | 5,5 | 1,3 | - | 10,7 | 3,40 | 2,9 |

У процесі росту та розвитку сої встановлено динамічний характер показників чистої продуктивності фотосинтезу. Встановлено, що інокуляція насіння сої також суттєво впливала на фотосинтетичну продуктивність. Найбільша площа листової поверхні сорту сої формувалася у фазу наливу насіння у варіанті з інокуляцією насіння препаратом Різолайн із одночасним застосуванням препарату Різосейв – 54,3 тис. м²/га, на контролі вона становила 46,2 тис. м²/га.

Взаємодія факторів сприяла нагромадженню максимального приросту маси сухої речовини у фазі наливу насіння – 2,20 т/га і фотосинтетичного потенціалу – 260,5 тис. м² днів/га, що більше контролю на 66,2 тис. м² днів/га. У період бутонізації-наливу насіння за інокуляції та обприскування посівів біопрепаратом Органік Баланс найвищий показник максимальної чистої продуктивності фотосинтезу становив 7,2 г/м² за добу при цьому на контрольному варіанті даний показник був на рівні 4,6 г/м² за добу.

Більшість наукової інформації про вплив чинників, що вивчаються, на формування врожаю і його якість дослідник отримує з даних біометричного аналізу рослинних зразків. Формування бобів на рослинах досліджуваних

сортів розпочиналося 06.07-12.07. в нижній частині головного стебла. В середньому за 2021-2022 роки період від формування бобів до наливання насіння тривав 29 днів. На формування бобів на рослинах і насіння в бобах впливали інокуляція насіння і обприскування посівів препаратом Органік Баланс. Так, інокуляція насіння сприяла кращому порівняно з контролем формуванню кількості бобів. Кількість насінин і їх маса у розрахунку на 1 рослину залежала від впливу інокуляції насіння і обприскування посівів Органік Балансом (табл. 5). Обробка насіння сої біоінокулянтном та біопротектором позитивно впливала на формування кількості бобів на рослині. Максимальний показник 50,2 шт. було відмічено на варіанті із застосуванням біопрепарату Різолайн та біопротектора Різосейв. На цьому ж варіанті зафіксовано і максимальну кількість насінин з однієї рослини – 100,4 шт. Також, хороші результати було одержано на варіанті із застосуванням біоінокулянта Різолайн. Кількість бобів на рослині в межах даного варіанту була на рівні 48,4 шт., кількість насінин з однієї рослини – 96,8 шт. та маса 1000 насінин 169,6 г. На варіанті досліду із застосуванням Різолайну у поєднанні із Різосейвом висота кріплення нижнього боба була на рівні 12,4 см. Кількість гілок – 1,3 шт,

Таблиця 5. Біометричні показники рослин сої залежно від інокуляції насіння та обприскування посівів, середнє за 2021-2022 роки

| Варіант | Висота рослин, см | Висота кріплення нижнього бобу, см | Кількість гілок, шт. | Кількість бобів, шт. | Кількість насінин з одн. росл., шт. | Кількість насінин в 1 бобі, шт. | Маса 1000 насінин, г |
|-------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Контроль | 78,0 | 12,0 | 1,3 | 28,3 | 53,8 | 1,9 | 163,6 |
| Різолайн | 79,2 | 11,8 | 1,4 | 48,4 | 96,8 | 2,0 | 169,6 |
| Різолайн+Різосейв | 86,7 | 12,4 | 1,3 | 50,2 | 100,4 | 2,0 | 169,6 |
| Середнє | 81,3 | 12,1 | 1,3 | 42,3 | 83,6 | 2,0 | 167,6 |

кількість бобів – 50,2 шт., кількість насінин з однієї рослини – 100,4 шт. та маса 1000 насінин 169,6 г. Таким чином, на кількість бобів і в них насінин з 1 рослини істотно впливала інокуляція насіння та оброблення біопротектором.

Висновки

Оцінка ростових процесів на які впливають як агротехнічні, так і природні чинники, під час вирощуванні рослин сої має важливе значення. Регулюючи дані чинник можна суттєво підвищити продуктивність рослин. Результати досліджень

вказують на те, що в сучасних умовах технології вирощування сої застосування біологічних препаратів дає можливість як використати сортовий потенціал сої так і зменшити навантаження на навколишнє середовище. Інокуляція насіння препаратом Різолайн, поєднання інокуляції із біопротектором Різосейв та обприскування посівів препаратом Органік Баланс суттєво впливало на ростові процеси рослин та їх розвиток. Також, відмічено позитивний вплив на формування біометричні показників рослин сої

Список використаної літератури

Boyko P., Litvinov D., Demidenko O., Blashchuk M., Rasevich V. (2019). Prediction humus level of black soils of forest-steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 9 (1), 155-162.

Butenko, A., Litvinov, D., Borys, N., Litvinova, O., Masyk, I., Onychko, V., Khomenko, L., Terokhina, N., Kharchenko, S. (2020). The typicality of hydrothermal conditions of the forest steppe and their influence on the productivity of crops. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, 76(3), 84-95. DOI: 10.5755/j01.erem.76.3.25365.

Demyanyuk, O., Symochko, L., Hosam, E. A., Hamuda, B., Symochko, V., & Dmitrenko, O. (2019). Carbon pool and biological activities of soils in different ecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 9(1), 22-27. DOI: 10.31407/ijeess9122.

Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., Tsyhanska, O. I., Malynka, L. V., Butenko, A. O., Klochkova, T. I. (2019). The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank forest-steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 76-80.

Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., Tsyhanska, O. I., Malynka, L. V., Butenko, A. O., Masik, I. M., Klochkova, T. I. (2019). Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*, 13, 30-34. DOI: 10.5281/zenodo.190107.

Gorodiska I., Plaksyuk L., Gorodiska I., Chub A. (2018). Award for biopreparations for the minds of organic production of soy. *Bulletin of Agrarian Science*, 9, 73-78. DOI: 10.31073/agrovisnyk201809-11.

Kots, S. Ya. (2021). Biological fixation of nitrogen: achievements and prospects for development. *Physiology of plants and genetics*, 53(2), 128-159. DOI: 10.15407/frg2021.02.128.

Kots, S. Ya., Kyrychenko O. V., Pavlyshchenko A. V., Yakymchuk R. A. (2021). Formation of soybean productivity by early treatment of seeds with fungicides Standak Top and Fever and inoculation with rhizobias on the day of sowing. *Agricultural Microbiology*, 34, 29-43. DOI: 10.35868/1997-3004.34.29-43

Litvinova, O., Dehodiuk, S., Litvinov, D., Symochko, L., Zhukova, Ya., Kyrylchuk, A. (2021). The impact of agrochemical loading on nutritive regime of gray forest soil during field crop rotation. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 11(4), 831-836. DOI: 10.31407/ijeess11.421.

Litvinova, O., Litvinov, D., Romanova, S., Kovalyova, S. (2019). Soil biological activity under the human-induced impact in the farmed ecosystem. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*, 9(3), 529-536. DOI: 10.31407/ijeess9316.

Mazur, V., Didur, I., Tkachuk, O., Pansyryeva, H., & Ovcharuk, V. (2021). Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*, 24(1), 54-60. DOI: 10.48077/scihor.24(1).2021.54-60.

Mazur, V., Tkachuk, O., Pansyryeva, H., & Demchuk, O. (2021). Quality of pea seeds and



agroecological condition of soil when using structured water. *Scientific Horizons*, 24(7), 53-60.

Mazur, V. A., Mazur, K. V., Pantsyryeva, H. V., Alekseev O. O. (2018). Ecological and economic evaluation of varietal resources *Lupinus albus* L. in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(4), 148-153.

Onufran, L. I., & Netis, V. I. (2017). Absorption and use of solar energy by soybean crops under different growing conditions. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast*, 2(94), 107-116.

Pantsyryeva, H. V., Didur, I. M., & Telekalo, N. V. (2020). Agroecological rationale of technological methods of growing legumes. *The Scientific Heritage*, 52, 3-7.

Petrichenko, V. F., Kobak, S. Y., & Chorna, V. M. (2017). Influence of inoculation and morphology of the regulator on the peculiarities of soybean plant growth in the Forest-Steppe. *Bulletin of Agricultural Science*, 11, 29-34.

Polishchuk, I. S., Polishchuk, M. I., Mazur, O. V., & Yurchenko, N. A. (2018). Field germination of soybean seeds depending on sowing dates according to soil temperature. *Agriculture and Forestry*, 11, 36-43.

Posypanov, H. S. (1991). *Methods of studying the biological fixation of nitrogen in the air*. Moscow: Agropomizdat.

Symochko, L. (2020). Soil microbiome: Diversity, activity, functional and structural successions. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 10(2), 277-284. DOI: 10.31407/ijees10.206.

Tanchyk, S., Litvinov, D., Butenko, A., Litvinova, O., Pavlov, O., Babenko, A., Shpyrka, N., Onychko, V., Masyk, I., & Onychko, T. (2021). Fixed nitrogen in agriculture and its role in agrocenoses. *Agronomy Research*, 19(2), 601-611. DOI: 10.15159/AR.21.086.

Tkachuk, O., Telekalo, N. (2020). *Agroecological potential of legumes in conditions of intensive agriculture of Ukraine collective monograph* (pp. 91-108). Riga: Baltija Publishing.

Tsyhanskyi, V. I. (2021). Optimization of the soybean fertilization system based on the use of preparations of biological origin in the conditions of the Forest-Steppe of the Right Bank. *Agriculture and Forestry*, 2(21), 69-80. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-2-6.

Ushkarenko V. O., Vozhehova R. A., Holoborodko S.P., Kokovikhin S.V. (2013). Statistical analysis of field experiment results in farming. Kherson.

Vyshnivskyi, P. S., & Furman, O. V. (2020). Productivity of soybeans depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Horticulture and Soil Science*. 11(1), 13-22. DOI: 10.31548/agr2020.01.013.

Zabolotnyi, H. M., Mazur, V. A., Tsyhanska, O. I., Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., & Pantsyryeva, H. V. (2020). Agrobiological bases of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity. Vinnitsa: Individual entrepreneur Dmytro Korzun.

PECULIARITIES OF THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOY PLANTS DEPENDING ON ELEMENTS OF GROWING TECHNOLOGY

Olena TSYHANSKA
Vinnytsia National Agrarian University

The inoculation of seeds with preparation Rizolain, the combination of inoculation with the bioprotector Rizoseiv, and the spraying of crops with Organic Balance had a significant effect on the height of the plants before harvesting. A significant increase in the area of the leaf surface was due to the factors – spraying of crops with the preparation Organic Balance, seed inoculation with a strain of nodule bacteria in combination with seed treatment with the preparation Rizoseiv, which is a bioprotector. The largest number of nodules on a soybean plant was noted for the inoculation of Rizolain seeds in combination with the bioprotector Rizoseiv on the background of spraying crops with Organic Balance – respectively 78 pcs./plant.

The raw mass of active nodules on average in 2021-2022 compared to the control without inoculation and spraying of crops varied according to the experiment options. Thanks to the inoculation of seeds with the drug Rizolain, the number of active nodules and their raw weight increased. The raw mass of nodules increased after inoculation of seeds with the drug Rizolain in combination with the use of the bioprotector Rizoseiv for the treatment of seed material and spraying of crops with the drug Organic Balance and amounted to 8.0 g per 1 plant in soybeans of the Madison variety. Inoculation of soybean seeds also had a significant effect on photosynthetic productivity. The largest area of the leaf surface of the soybean variety was formed in the seed filling phase in the variant with seed inoculation with the drug Rizolain with the simultaneous use of the drug Rizoseiv and spraying of crops with Organic balance – 53.7 thousand m²/ha, in the control it was 49.2 thousand m²/ha.

Keywords: plant height, leaf area, nodule bacteria, biological preparations, photosynthesis.

Отримано: 18.11.2023
Погоджено до друку: 07.12.2023