

УДК 631.811.98:633.34 (477.84)

**КОНОНЧУК О.Б.**, канд. біол. наук

**ПИДА С.В.**, д-р с.-г. наук

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка

e-mail: konon67@ukr.net

**ПОНОМАРЕНКО С. П.**, канд. хім. наук

Державне підприємство «Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех»

НАН України та МОНмолодьспорту України

## **РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ТА БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИЙ СИМБІОЗ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ ЗА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ РІСТРЕГУЛЯТОРАМИ РЕГОПЛАНТ І СТІМПО**

Встановлено, що регулятори росту рослин з біозахисними властивостями Регоплант і Стімпо посилюють ростові процеси рослин сої та активізують утворення і функціонування соєво-ризобіального симбіозу на основі аборигенних популяцій *Bradyrhizobium japonicum* у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області.

**Ключові слова:** регулятори росту рослин, Регоплант, Стімпо, соя культурна, ріст, бобово-ризобіальний симбіоз.

**Постановка проблеми.** Соя, поряд із кукурудзою, пшеницею і рисом, належить до стратегічних культур світового землеробства, потенціал якої в Україні не вичерпаний. Це унікальна кормова, продовольча, лікарська і технічна культура, яка завдяки поєднанню двох найважливіших процесів – фотосинтезу і біологічної фіксації азоту, значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує родючість і азотний баланс ґрунту, вирішує проблему харчового і кормового білка.

У зв'язку з цим, в Україні прийнята програма «Соя України 2008–2015», яка передбачає щорічне виробництво зерна сої на рівні 1,5–3,0 млн т за рахунок не тільки розширення посівних площ і удосконалення технологій вирощування, а й підвищення ефективності бобово-ризобіального симбіозу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зростання активності симбіотичної азотфіксації бобових рослин, їх фізіологічних процесів і продуктивності можна досягти не тільки передпосівною інокуляцією, яка часто проявляє нестабільну ефективність [3], а й застосуванням регуляторів росту рослин (РРР) [2–4]. Саме біологічно активні речовини істотно впливають на симбіоз, що проявляється в участі цих речовин в інокуляційному процесі, генезисі бульбочок, регуляції активності азотфіксації [3, 6].

Дані науковців свідчать, що застосування регуляторів росту рослин дозволяє підвищити врожай зерна сої на 13–18 % за мінімальних матеріальних витрат, а використання регуляторів росту сумісно з нітрагіном ще й забезпечує розвиток азотфіксувальних бактерій [4, 5, 8, 9, 12]. Разом з тим, вивчення впливу РРР Івіна, Емістиму С, Агростимуліну та Біолану на накопичення біомаси бульбочкових бактерій сої показало, що інтродуковані штами *Bradyrhizobium japonicum* по-різному реагують на присутність у живильному середовищі зазначених речовин [2].

Використання РРР як елементу агротехнологій суттєво обмежується виявленням специфіки дії регуляторів росту залежно від виду і сорту рослин, способу застосування, місцевих ґрунтово-кліматичних умов тощо. Тому важливим завданням науки є попередня перевірка і розробка найраціональніших прийомів їх застосування.

**Метою дослідження** було встановити вплив РРР Регоплант і Стімпо на ростові процеси та симбіотичну азотфіксацію сої культурної в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області.

**Матеріал і методика досліджень.** Польові дослідження проводили на ділянках агробіолабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Ґрунт – чорнозем типовий, за механічним складом важкосуглинистий, містить численні популяції аборигенних і штучно внесених під час попередніх досліджень бульбочкових бактерій. В орному шарі містить *N* (за Корнфілдом) – 13,5 мг/100 г ґрунту (низький), *P* і *K* (за Чіріковим), відповідно, 14,8 та 11,4 мг/100 г ґрунту (підвищений), *Mn* – 68,5 мг/кг ґрунту (середній), *B* – 1,21 мг/кг і *Cu* – 3,64 мг/кг ґрунту (високий), обмінна кислотність *pH* 6,7 (нейтральна).

Об'єктом дослідження була соя культурна (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Аннушка, який належить до ультраскоростиглої зернової групи з вмістом у насінні 40-41,5 % протеїну, до 23,5 % олії та генетичним потенціалом продуктивності до 40 ц/га [11].

Сою вирощували за прийнятою для Лісостепу України технологією – норма висіву 700 тис. насінин на 1 га, ширина міжрядь 45 см, глибина сівби – 3-4 см, строк сівби – перша половина травня. Сою висівали у 7-пільній польовій сівозміні після удобреної картоплі без використання добрив та хімічних засобів захисту. Догляд за культурою передбачав лише агротехнічні заходи.

Перед посівом насіння сої поверхнево зволожували водою із розрахунку 2 % від його маси (контроль) та рістрегуляторами Регоплант (25 мл/л) («Регоплант») і Стімпо (2,5 мл/л) («Стімпо»). Оброблене насіння відразу висівали у 4-кратній повторності з обліковою площею 9 м<sup>2</sup> та послідовним розміщенням варіантів.

Досліджувані препарати, які створені у Міжвідомчому науково-технологічному центрі «Агробіотех» (м. Київ), мають торгові назви Регоплант і Стімпо з відповідними технічними умовами ТУ У 24.2-31168762-006 – РРР «Регоплант» та ТУ У 24.2-31168762-005 – РРР «Стімпо». В основу препаратів покладено синергічний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування гриба-мікроміцета з кореневої системи женьшеню – препаратів Радостим і Біолан та продуктів життєдіяльності бактерій *Streptomyces avermitilis* – аверсектина [10].

Протягом вегетації за загальноприйнятими методиками визначали показники висоти рослин, сирої і сухої маси їх органів, польову схожість, площу листків на рослинах ваговим методом на основі висічок [7]. Облік кореневих бульбочок проводили методом рамкового виймання ґрунту (метод моноліту), їх нітрогеназну активність – ацетиленвідновним методом [13]. Аналіз газової суміші проводили в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів).

Статистичне опрацювання даних проводили за допомогою програми *Excel*.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Встановлено, що передпосівна обробка насіння сої сорту Аннушка РРР Регоплант і Стімпо підвищувала польову схожість, відповідно, на 1,9 і 2,9 % порівняно з контролем (94,6±1,8 %), що можна пояснити наявністю в біопрепаратах, крім регуляторних властивостей, біозахисного ефекту та відомого додаткового збільшення (в 3–5 разів) ефективності інсектицидної, нематодцидної, акарицидної дії аверсектинів за рахунок синергічної дії з препаратами мікроміцетів [10].

У подальшому регулятори стимулювали ріст рослин сої. Так, біопрепарат Регоплант у середньому за всю вегетацію (від фази першого справжнього листка до фази повної стиглості) підвищував висоту рослин на 2,7 % з максимумом стимулюючої дії у фазі другого листка – на 6,3 % до контролю (11,1±0,20 см). Регулятор Стімпо також підвищував висоту досліджуваних рослин під час польового експерименту на 2,0 % до контролю з максимумом на початку росту рослин у фазу першого справжнього листка – на 4,5 % до контролю (4,4±0,08 см).

Накопичення сухої речовини бобовими рослинами є важливим показником оцінки ефективності їх бобово-ризобіального симбіозу [3], а для сої в умовах Лісостепу України ще й діагностичною ознакою рівня її продуктивності та встановлення найдоцільніших прийомів вирощування [1].

РРР Регоплант і Стімпо значно посилювали процеси накопичення маси різними органами сої та стимулювали формування листкової поверхні (табл. 1).

Таблиця 1 – Рістові процеси рослин сої культурної сорту Аннушка за дії регуляторів росту рослин Регоплант і Стімпо у фазу цвітіння

Показник	Контроль	Регоплант	Стімпо
Маса сирої надземної частини, г	27,2±1,0	30,5±0,7*	30,8±1,3*
Маса сирих листків, г	10,2±0,5	11,4±0,2*	11,4±0,5
Кількість листків на рослині, шт.	11,8±0,5	12,6±0,4	12,8±0,5
Площа листків, см <sup>2</sup>	601,1±28,4	700,2±15,0*	698,7±28,0*
Маса сухого стебла без листків, г	2,9±0,19	3,3±0,09	3,2±0,15
Маса сирого кореня, г	2,9±0,23	3,1±0,10	3,1±0,19
Маса сухого кореня, мг	671,9±38,2	721,0±37,5	709,8±52,2

Примітка: \* – достовірна різниця з контролем

Так, у фазу цвітіння маса сирієї надземної частини рослин сої за дії Регопланту зростала на 12,1 %, а за дії Стімпо – 13,2 % до контролю, що можна пояснити зростанням маси листків та стебла. Маса сирих листків підвищувалась у обох дослідних варіантах на 11,8 % до контролю за рахунок зростання їх кількості та площі. Після обробки Регоплантом облистяність сої підвищувалась на 6,8 % і на 8,5 % – після застосування Стімпо. Площа листової поверхні однієї рослини зростала на 16,5% за дії Регопланту і на 16,2 % – Стімпо порівняно з контролем. Аналогічне зростання до контролю відбувалось і за масою сухого стебла на 13,8 і 10,3 %, відповідно.

Біопрепарати стимулювали ростові процеси не тільки у надземній частині рослин сої, а й підземній, хоч це виявляється не завжди [12]. Так, за обробки регулятором Регоплант маса сирого кореня зростала на 6,9 %, сухого – на 7,7 % та Стімпо – на 6,9 і 5,6 % до контролю.

Зазначене зростання ростових процесів можна пов'язувати не тільки із прямим стимулюючим впливом регуляторів, а й оптимізацією азотного живлення рослин за рахунок вищої ефективності спонтанного соєво-ризобіального симбіозу, який формувався на основі аборигенних популяцій бульбочкових бактерій (табл. 2).

Таблиця 2 – Бобово-ризобіальний симбіоз рослин сої культурної сорту Аннушка за дії регуляторів росту рослин Регоплант і Стімпо у фазу цвітіння

Показник	Контроль	Регоплант	Стімпо
Кількість бульбочок, шт./рослину	34,1±2,8	40,6±2,4	41,0±2,7
Маса сирих бульбочок, мг/ рослину	610,4±17,7	686,3±9,4*	678,6±29,8
Маса сухих бульбочок, мг/ рослину	148,1±3,2	164,3±4,0*	168,1±7,7*
Маса 1 сухої бульбочки, мг	4,58±0,20	4,17±0,08	4,09±0,05*
ЗНА бульбочок, мкг N <sub>2</sub> / рослину/год	77,2±4,8	95,8±5,7*	87,4±5,1
ПНА бульбочок, мкг N <sub>2</sub> / 1г. Сух.маси/год	516,2±45,8	587,6±49,8	542,0±50,4

Примітка: \* – достовірна різниця з контролем

Біорегулятор Регоплант підвищував, порівняно з контролем, масу сирих на 12,4 % і сухих на 10,9 % бульбочок, за рахунок зростання їх кількості на 19,1 % до контролю на фоні зменшення їх розмірів – на 9,0 %. Аналогічні зміни виявлено і після застосування Стімпо, зростання сирієї маси бульбочок – на 11,2 %, сухої – 13,5 %, кількості – 20,2 % і зменшення середньої маси однієї сухої бульбочки – на 10,7 %. У цьому контексті дія Регопланту і Стімпо є аналогічною регулятору Емістим С, який є попередником Біолану, що входить до складу PPP Стімпо і також підвищував кількість та масу бульбочок у сої за сумісного застосування із інокуляцією [9].

Стимулююча дія рістрегуляторів проявлялась не тільки за зростанням кількості та маси бульбочок, а й за їх азотфіксувальною активністю, що не завжди спостерігається за сумісного застосування із інтродукованими ризобіями [9]. Так, загальна нітрогеназна активність (ЗНА) бульбочок сої за дії Регопланту зростала на 24,1 %, Стімпо – на 13,2 % порівняно з контролем та питома нітрогеназна активність (ПНА), аналогічно, на 13,8 і 5,0 %. Отримані дані вказують на високу азотфіксувальну активність спонтанного симбіозу, який активується за дії досліджуваних регуляторів.

**Висновки.** 1. Доведено, що передпосівна обробка насіння регуляторами росту Регоплант і Стімпо дозволяє оптимізувати схожість та ріст рослин сої, стимулює накопичення маси наземними та підземними органами рослин і активізує формування фотоасиміляційної листової поверхні у фазу цвітіння.

2. Встановлено, що передпосівна обробка насіння сої рістрегуляторами підвищує інтенсивність утворення та функціонування спонтанного бобово-ризобіального симбіозу, що дозволяє повніше реалізувати потенціал азотфіксації в системі «*Glycine max* – *Bradyrhizobium japonicum*».

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у західному Лісостепу / О. М. Бахмат // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 8. – С. 29-31.
2. Биорегуляция микробно-растительных систем : Монография / Г.А. Иутинская, С.П. Пономаренко, Е.И. Андreyuk и др.; Под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. – К. : Нічлава, 2010. – 464 с.
3. Біологічний азот : Монографія / [Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін.]; За ред. В.П. Патики. – К.: Світ, 2003. – 422, [2] с.
4. Біологічно активні речовини в рослинництві / З.М. Грицаєнко, С.П. Пономаренко, В.П. Карпенко, І.Б. Леонтюк. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. – 352 с.
5. Векірчик К. М. Перспективи вирощування сої культурної в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області / К.М. Векірчик, О.Б. Конончук // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001. – Т. 33, №5. – С. 447-451.
6. Волкогон В.В. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій / В.В. Волкогон, В.П. Сальник // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – 37, №3. – С. 187-197.
7. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунту / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. – 316, [4] с.
8. Конончук О. Б. Вплив композиції добрив «Байкал ЕМ-1 У» та «Ризобіфіт» на сою культурну (*Glycine max* (L.) Merr.) / О. Б. Конончук, С. В. Піда, І. П. Григорюк // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Т. 2, № 1/2. – С. 12-21.
9. Леонова Н.О. Ефективність застосування нітрагіну і регуляторів росту рослин при вирощуванні сої / Леонова Н.О., Титова Л.В., Танцюренко О.В., Антипчук А.Ф., Іутинська Г.О. // Сільськогосподарська мікробіологія, 2007. – Вип. 5. – С. 74-85.
10. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню / [Л.А. Анішин, С.П. Пономаренко, З.М. Грицаєнко]. – К.: МНТЦ «Агробіотех», 2011. – 54 с.
11. Сайт ПП «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соєвий вік» : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.soya.kg.ua>. Перевірено : 25.09.2012.
12. Титова Л.В. Использование микробных ассоциаций как основы композиционных биопрепаратов для повышения продуктивности сои / Л.В. Титова, И.О. Леонова, И.С. Верхотурова и др. // Физиология растений : проблемы та перспективи розвитку : у 2 т. / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2009. – Том 1. – С. 437-445.
13. Умаров М. М. Методы изучения азотфиксации и денитрификации в почве / М.М. Умаров, Ф.П. Кононков, М.Г. Куракова, Л.А. Зуева // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 107–119.

### **Ростовые процессы и бобово-ризобийный симбиоз сои культурной при предпосевной обработке семян рострегуляторами Регоплант и Стимпо**

**А.Б. Конончук, С.В. Піда, С.П. Пономаренко**

Установлено, что регуляторы роста растений с биозащитными свойствами Регоплант и Стимпо усиливают ростовые процессы растений сои и активизируют образование и функционирование соево-ризобийного симбиоза на основе аборигенных популяций *Bradyrhizobium japonicum* в почвенно-климатических условиях Тернопольской области.

**Ключевые слова:** регуляторы роста растений, Регоплант, Стимпо, соя культурная, рост, бобово-ризобийный симбиоз.

### **Growth processes and legume-rhizobial symbiosis of soybean under the pre-exposure of seeds by the Rehoplant and Stimpo regulators**

**O. Kononchuk, S. Pyda, S. Ponomarenko**

It was shown that plant growth regulators Rehoplant and Stimpo with bioprotective properties enhance of plant growth processes of soybeans and stimulate the formation and functional ability of a soybean-rhizobial symbiosis based on indigenous populations of *Bradyrhizobium japonicum* under soil and climatic conditions of the Ternopil region.

**Key words:** plant growth regulators, Rehoplant, Stimpo, soybean, growth, legume-rhizobia symbiosis.