



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 635.655:631.5

© 2017

*В.Ф. Петриченко,
академік НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

С.Я. Кобак,

В.М. Чорна,

*кандидати сільсько-
господарських наук*

*Інститут кормів
та сільського господарства
Поділля НААН*

ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА МОРФОРЕГУЛЯТОРА НА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ РОСЛИН СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ

Мета. Виявити залежності впливу інокуляції та морфорегулятора на процеси росту, розвитку та формування урожайності насіння сої. **Методи.** Системний аналіз, польовий, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математико-статистичний. **Результати.** Під впливом морфорегулятора хлормекватхлорид на фоні інокуляції відбувалося інгібування лінійного росту рослин сої через зменшення довжини міжвузля та збільшення діаметра стебла. Це сприяло посиленню його міцності та підвищувало стійкість рослин проти вилягання, створювало технологічні переваги під час збирання врожаю. Максимальну урожайність насіння сортів КиВін, Княжна та Монада одержано на ділянках, де проводили інокуляцію насіння бактеріальним препаратом оптімайз та обробку посівів сої розчином хлормекватхлориду у фазі бутонізації. **Висновки.** Розроблено технологію вирощування сої на основі комплексного застосування інокуляції насіння та хлормекватхлориду. Обґрунтовано регламенти застосування морфорегулятора у посівах сої з метою підвищення врожайності насіння. Доведено доцільність застосування синтетичних інгібіторів росту рослин з антигібереліновим механізмом дії у сучасних технологіях вирощування сої.

Ключові слова: соя, оптімайз, хлормекватхлорид, висота рослин, довжина міжвузлів, діаметр стебла, урожайність.

Протягом останніх років спостерігається підвищений інтерес до вирощування сої, яка стала ринково-орієнтованою та провідною

культурою у землеробстві України. Площі посівів сої у 2016 р. становили 1,846 млн га. Проте за останні 5 років рівень урожайності

насіння сої коливався від 1,62 до 2,17 т/га, що в 1,8 раза менше порівняно з рівнем урожайності в провідних сусідніх країнах (США, Аргентина, Бразилія). Слід зазначити, що сорти сої мають генетичний потенціал урожайності 6,5–7,5 т/га, який удвічі–тричі перевищує досягнутий у виробничих умовах України [1]. Це свідчить про те, що процеси росту і розвитку рослин та умови реалізації потенціалу насінневої продуктивності сої досліджено не повністю. Крім того, динамічне збільшення площ посіву за послаблення уваги до біологічних особливостей та технології вирощування призводить до зниження урожайності культури. Тому розробка нових та удосконалення наявних технологій вирощування сої на основі інокуляції насіння та застосування морфорегуляторів є важливою науковою проблемою, яка потребує детального вивчення та наукового обґрунтування із врахуванням біології сортів і змін клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Одним із основних критеріїв дослідження технологій вирощування сільськогосподарських культур є аналіз процесів росту і розвитку рослин у агроценозі [2]. Важливий чинник у формуванні вертикальної структури агроценозу соєвого поля, який визначає його повітряний та світловий режими, є висота рослин. Від висоти рослин сої значною мірою залежить закладання генеративних органів і рівень продуктивності [3].

Відомо, що ключову роль у регуляції ростових процесів рослин відіграє гормональна система, причому фізіологічний ефект залежить не стільки від концентрації окремих фітогормонів, як від їх співвідношення. Онтогенетичні зміни у співвідношенні гіберелінів, цитокінінів та ауксинів істотно впливають на ростові процеси та особливості гістогенезу вегетативних і генеративних органів рослин [4, 5].

Механізм дії ретардантів на процеси росту рослин базується на здатності інгібувати поділ клітин у субапикальній меристемі пагона, блокуючи синтез або активність уже синтезованих гіберелінів. Впливаючи на апікальні та маргінальні меристеми, ретарданти зумовлюють водночас зменшення лінійних розмірів рослин [6].

Використання ретардантів базується на властивостях перерозподілу потоку поживних речовин у бік збільшення не до верхньої

точки росту, а до кореня. Тим самим низхідні потоки сокоруху поліпшують мінеральне живлення нижніх бруньок і кореня [7]. При цьому повністю верхівковий ріст рослин не припиняється. У результаті формуються вкорочені й потовщені стебла, перерозподіляються пластичні речовини між стеблом і репродуктивними органами, інтенсивніше формуються структурні елементи, які визначають рівень урожайності насіння [8].

Одним із чинників, що істотно впливає на ростові процеси рослин сої, є інокуляція. Виявлено, що передпосівна обробка бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих бактерій мала стимулювальний ефект і зумовлювала збільшення висоти рослин.

Мета досліджень — виявити залежності впливу інокуляції та морфорегулятора на процеси росту, розвитку та формування урожайності насіння сої.

Матеріали та методи. Дослідження проводили протягом 2013–2015 рр. в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах з умістом гумусу 2,66% (за Тюрнімом), азоту, що легко гідролізується — 43,5 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору — 214 мг/кг ґрунту та обмінного калію — 104 мг/кг ґрунту (за Чиріковим). Реакція ґрунтового розчину — рН 5,1–5,8, гідролітична кислотність — 1,86–2,16 мг-екв/100 г ґрунту, сума увібраних основ — 18,8–30,1 мг-екв/100 г ґрунту.

Передбачалося вивчення дії та взаємодії 3-х чинників: А — сорт: КиВін (ранньостиглий), Княжна (середньоранньостиглий), Монада (середньостиглий) (оригіатор Інститут НААН); В — інокуляція насіння: без обробки, обробка насіння (оптімайз, 2,8 л/т); С — концентрація морфорегулятора (хлормекватхлорид, 750): 0,5%, 0,75, 1%. Співвідношення чинників 3×2×4. Повторність досліду 4-разова. Площа облікової ділянки — 25 м², загальна площа ділянки — 54 м². Попередник — злакові трави. Система удобрення передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат і калійна сіль) з розрахунку Р₆₀ К₆₀ під основний обробіток ґрунту та азотних у формі аміачної селітри (N₃₀) під передпосівну культивуацію. Проводили протруєння

насіння за 14 днів до сівби протруйником максим XL 035 FS (1 л/т насіння). Інокуляцію проводили за день до сівби. У період вегетації (фаза бутонізації) у варіантах дослідів згідно зі схемою застосовували ретардант у різних концентраціях (норма робочого розчину 200 л/га).

Результати досліджень. На основі проведених досліджень встановлено, що висота рослин сої збільшувалася від фази сходів до фізіологічної стиглості внаслідок наростання біомаси рослин і залежала від генотипових властивостей сорту. Найбільшу висоту рослин у фазі фізіологічної стиглості виявлено у сорту Княжна — 81,7–92,3 см, у сорту КиВін вона становила 79,8–89,53 см та у сорту Монада — 75,4–84,3 см (табл. 1).

Установлено, що показники висоти рослин сої змінювалися неістотно до фази бутонізації, але, починаючи від фази повного цвітіння, різниця за висотою між варіантами значно зростала.

Так, інокуляція насіння бактеріальним препаратом оптімайз на основі штаму *B. japonicum* мала стимулювальний ефект і зумовлювала збільшення висоти рослин сої незалежно від дії та взаємодії інших організованих чинників.

Зокрема на ділянках, де проводилася інокуляція, висота рослин сорту КиВін у фазі повної стиглості становила 89,5 см,

Княжна — 92,3 та сорту Монада — 84,3 см, що більше порівняно з ділянками контрольного варіанта відповідно на 3,7 см, 4,1 та 4,5 см.

Обробка посівів сої у фазі бутонізації хлормекватхлоридом у різних концентраціях зумовила уповільнення росту рослин через його антигіберелінову дію, яка виявляється у здатності блокувати синтез чи рецепцію цього гормону рослинними клітинами [9]. Морфогенетичні наслідки ефекту ретарданту проявляються в зменшенні повздовжнього розміру клітин і довжини міжвузлів, внаслідок чого зменшується загальна висота рослин. Висота стебла може зменшуватися на 13,9–35,0%, а інколи й до 60% [10, 11].

Так, застосування 0,5%-го розчину хлормекватхлориду у посівах сої сорту КиВін зменшило показники висоти рослини на 2,27–1,2 см порівняно з варіантами без обробки ретардантом; різниця висоти за обробки 0,75%- та 1%-м розчинами хлормекватхлориду становила — відповідно 5,5–3,63 та 6,04–6,4 см.

Аналогічну залежність також виявлено у сортів сої Княжна та Монада. Найменша висота рослин спостерігалася за обробки рослин 1%-м розчином ретарданту та становила відповідно 81,86–84,66 і 75,37–77,11 см, що менше на 6,36–7,61 і 4,43–7,22 см порівняно з контрольним варіантом.

1. Динаміка висоти рослин сої залежно від інокуляції та концентрації ретарданту (у середньому за 2013–2015 рр.), см

Сорт	Концентрація хлормекватхлориду, %	Без інокуляції	Інокуляція (оптімайз, 2,8 л/т)
КиВін	Без обробки (к)	85,8±13,4	89,5±13,3
	0,5	83,5±13,3	88,3±12,3
	0,75	80,5±12,8	85,9±11,5
	1	79,8±12,5	83,1±12,6
Княжна	Без обробки (к)	88,2±10,6	92,3±10,5
	0,5	84,5±10,5	88,1±11,8
	0,75	83,3±10,1	85,4±10,8
	1	81,9±9,80	84,7±10,7
Монада	Без обробки (к)	79,8±11,4	84,3±10,2
	0,5	77,9±11,0	79,8±11,2
	0,75	76,0±10,5	78,8±10,6
	1	75,4±10,7	77,1±10,4

Примітка. P=0,95.

За проведення кореляційно-регресійного аналізу між показниками висоти та концентрацією морфорегулятора виявлено міцний негативний зв'язок, оскільки він зумовлював зменшення висоти рослин сої. Коефіцієнт кореляції для сортів: КиВін — $r = -0,718$; Княжна — $r = -0,852$; Монада — $r = -0,825$.

Установлено вплив синтетичного регулятора росту рослин та інокуляції насіння на структурно-функціональну організацію стебла рослин сої, що свідчать про істотні зміни у процесах морфогенезу. Виявлено, що зміна довжини міжвузля та товщини стебла відбувалася, починаючи від 5-го міжвузля. Товщина стебла у 1–4-му міжвузлі формувалася залежно від сортових ознак.

Товщина стебла дослідних рослин змінювалася зі збільшенням товщини кори. Вплив хлормекватхлориду виявлявся у збільшенні ширини склеренхімного кільця, розростанні основної паренхіми, збільшенні кількості судинно-волокнистих пучків і елементів механічної тканини, яка їх оточує.

За внесення у фазі бутонізації хлормекватхлориду та подальшого розвитку рослин спостерігалось збільшення діаметра стебла. Так, у сорту КиВін внесення 0,5%-го розчину хлормекватхлориду (як на фоні інокуляції, так і без неї) зумовило збільшення діаметра стебла в 5-му міжвузлі на 3,1–6,3% відповідно, у сорту Княжна — на 4,1–4,3 та у сорту Монада — на 8,6–8,3% порівняно з рослинами контрольного варіанта.

Максимально діаметр стебла в 5-му міжвузлі у сорту КиВін збільшувався за застосування 1%-го розчину хлормекватхлориду та інокуляції насіння оптимайзом і становив 5,51 мм, перевищуючи контроль на 20,9%.

У сортів Княжна та Монада спостерігалась аналогічна залежність, проте ефективнішою виявилася концентрація 0,75%-го розчину ретарданту. Діаметр стебла у сорту Княжна відповідно дорівнював 5,61 мм, що більше на 29,1%, ніж на контролі. Найбільшим цей показник був у сорту Монада — 6,04 мм, приріст до контролю становив 25,3%. При цьому виявлено, що у варіантах, де проводилась інокуляція, показники були дещо вищі, ніж у варіантах без неї. Така специфіка диференціації пагона за дії регулятора росту сприяє посиленню

механічної міцності стебла, що, в свою чергу, створює технологічні переваги під час збирання урожаю.

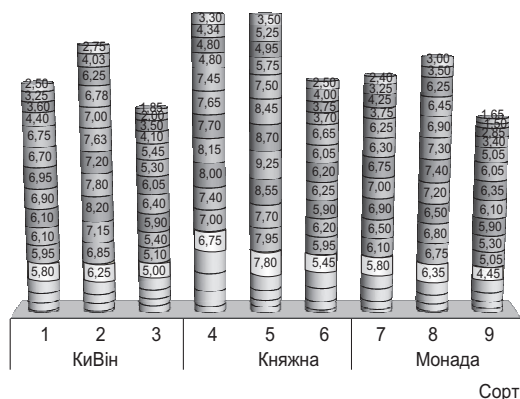
У результаті проведеного кореляційно-регресійного аналізу встановлено сильний позитивний зв'язок між концентрацією ретарданту та товщиною стебла. Коефіцієнт кореляції для сортів: КиВін — $r = 0,791$, Княжна — $r = 0,748$, Монада — $r = 0,727$. Між діаметром стебла і проведенням інокуляції одержано значний та помірний кореляційні зв'язки: для сортів: КиВін — $r = 0,548$, Княжна — $r = 0,322$, Монада — $r = 0,374$.

Отже, під впливом ретардантів на фоні інокуляції відбувався кращий розвиток механічних тканин, що, в свою чергу, сприяло збільшенню діаметра стебла.

Крім того, одним із завдань роботи було виявити вплив ретарданту та інокуляції на анатомічний показник стебла рослин сої — довжина міжвузля.

Установлено, що досліджувані чинники істотно впливали на довжину міжвузля. У середньому показник на контролі становив 6,18 см, а за внесення 0,75%- та 1%-го розчину ретарданту зменшувався до 4,52 см. Виявлено сортову реакцію за застосування цих елементів технології.

Сорт Княжна характеризується більшою висотою рослин серед досліджуваних сортів і має довге стебло та подовжені



Довжина міжвузля рослин сої за дії інокуляції та хлормекватхлориду (ХМХ) у середньому за 2013–2015 рр., см: 1 – контроль; 2 – оптимайз; 3 – оптимайз + 1% розчин ХМХ; 4 – контроль; 5 – оптимайз; 6 – оптимайз + 0,75% розчин ХМХ; 7 – контроль; 8 – оптимайз; 9 – оптимайз + 0,75% розчин ХМХ

2. Вплив морфорегулятора та інокуляції на урожайність насіння сої (у середньому за 2013–2015 рр.), т/га

Сорт (А)	Концентрація хлормекватхлориду, % (С)	Без інокуляції (В)	Інокуляція (оптімайз, 2,8 л/т) (В)
КиВін	Без обробки (к)	1,45	1,64
	0,5	1,57	1,82
	0,75	1,69	1,96
	1	1,80	2,13
Княжна	Без обробки (к)	1,55	1,77
	0,5	1,72	2,04
	0,75	1,79	2,14
	1	1,69	1,99
Монада	Без обробки (к)	1,72	1,92
	0,5	1,90	2,17
	0,75	2,06	2,39
	1	2,04	2,35

Примітки: Чинники: А — сорт; В — інокуляція; С — концентрація ретарданту.
 $HP_{0,05}$, т/га: А — 0,0156; В — 0,0127; С — 0,0180; АВС — 0,0441.

міжвузля, тому схильний до вилягання. За внесення ретарданту спостерігалось скорочення міжвузля, що запобігало виляганням рослин. Максимально довжина 5-го міжвузля зменшувалася за внесення 0,75%-го розчину хлормекватхлориду та становила 4,85 і 5,45 см, що менше на 28 і 30% порівняно з контролем (6,85–7,8 см) (рисунок).

У сортів КиВін і Монада найкоротші міжвузля формувалися за внесення 1%- та 0,75%-го розчину хлормекватхлориду та становили відповідно 4,3–5 та 4,15–4,45 см, що менше на 20–26 і 28–30% порівняно з контрольним варіантом (5,8–6,25 та 5,80–6,35 см). Отже, встановлено, що показники довжини міжвузля стебла рослин сої залежали від концентрації розчину хлормекватхлориду.

Кореляційно-регресійний аналіз свідчить про міцний від'ємний зв'язок між довжиною міжвузля рослин сої і концентрацією розчину ретарданту та значний і помірний зв'язок між довжиною міжвузля рослин та інокуляцією насіння. Коефіцієнт кореляції між довжиною міжвузля та концентрацією ретарданту становив для сортів: КиВін — $r = -0,813$, Княжна — $r = -0,703$, Монада — $r = -0,787$. Коефіцієнт кореляції між довжиною міжвузля та інокуляцією

насіння для сорту КиВін становив $r = 0,548$, Княжна — $r = 0,389$, Монада — $r = 0,383$.

Регуляція процесів росту і розвитку рослин за допомогою фізіологічно активних речовин дає змогу спрямовано впливати на окремі етапи онтогенезу з метою мобілізації генетичних можливостей рослинного організму та, зрештою, забезпечувати підвищення урожайності сільськогосподарських культур, зокрема сої.

Так, урожайність сортів сої протягом 2013–2015 рр. становила 1,45–2,39 т/га. Максимальний урожай спостерігався у сорту Монада — 2,39 т/га, дещо нижчий у сорту КиВін — 2,13 та сорту Княжна — 2,14 т/га, який одержали за обробки насіння бактеріальним препаратом оптімайз та обприскування посівів у фазі бутонізації хлормекватхлоридом, що більше відповідно на 40, 47 та 38% порівняно з контролем (без бактерізації та обробки посівів ретардантом) (табл. 2).

Сорти по-різному реагували на концентрацію хлормекватхлориду. Так, для сорту КиВін найефективнішою була концентрація 1%, а для сортів Княжна та Монада — 0,75%. Інокуляція насіння цих сортів забезпечила приріст урожаю відповідно на 16, 17, 15 %.

Висновки

Обробка рослин сої хлормекватхлоридом у фазі бутонізації спричинила зміни у ростових процесах: ретардант гальмував лінійний ріст рослин через зменшення довжини міжеузля та збільшення діаметра стебла. Під впливом ретарданту діаметр стебла у сортів КуВін, Княжна та Монада збільшувався на 26–41%, що поліпшувало стійкість рослин сої до вилягання та забезпечувало технологічні переваги під час збирання врожаю. Обробка

насіння бактеріальним препаратом оптімайз мала стимулювальний ефект. Максимальну врожайність насіння у сортів Монада (2,39 т/га), КуВін (2,13) і Княжна (2,14 т/га) одержали за обробки насіння бактеріальним препаратом оптімайз та обприскування посівів хлормекватхлоридом у фазі бутонізації, що більше відповідно на 40, 47 та 38% порівняно з контролем (без бактеризації та обробки посівів ретардантом).

Бібліографія

1. Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу/ В.Ф. Петриченко, С.І. Колісник, С.Я. Кобак та ін.//Вісн. аграр. науки (спеціальний випуск). — 2013 (вересень). — С. 57–62.
2. Камінський В.Ф. Формування продуктивності гороху за різних технологій вирощування/ В.Ф. Камінський, С.П. Дворецька, Г.М. Єфіменко// Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. — К., 2004. — Вип. 1. — С. 66–69.
3. Алиев Д.А. Фотосинтез и урожай сои/ Д.А. Алиев, З.И. Акперов. — М., 1995. — 126 с.
4. Кур'ята В.Г. Ретарданти — модифікатори гормонального статусу рослин/ В.Г. Кур'ята// Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т/НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос, 2009. — С. 565–587.
5. Мусатенко Л.І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в регуляції росту і розвитку рослин/Л.І. Мусатенко//Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т/НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. — К.: Логос, 2009. — С. 508–536.
6. Муромцев Г.С. Физиологические механизмы действия ретардантов/Г.С. Муромцев, А.В. Кокурин, З.Н. Павлова//Известия АН СССР. Серия биологическая. — 1984, № 5. — С. 669–674.
7. Сергієнко В. Застосування фунгіцидів у посівах ріпаку/В. Сергієнко//Пропозиція. — 2015. — № 9. — 182 с.
8. Рожкован В. Ретарданти на посівах ріпаку/ В.Рожкован, О. Поляков//Пропозиція. — 2012. — № 10. — С. 70–71.
9. Гуляєв Б.І. Вплив хлормекватхлориду та естерону на засвоєння цукровим буряком елементів мінерального живлення/Б.І. Гуляєв, А.Б. Карлова, Д.А. Кірізій//Физиология и биохимия культ. растений. — 2007. — Т. 39, № 5. — С. 401–408.
10. Асанов А.М. Итоги и перспективы селекции сои в СИБНИИСХ/А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк// Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сб. статей 2-й междунар. конф. по сое (Краснодар, 9–10 сент. 2008 г.). — Краснодар, 2008. — С. 222–226.
11. Патица В.П. Мікроорганізми і альтернативне землеробство/В.П. Патица, Г.А. Тихонович, Г.Д. Філіп'єв. — К.: Урожай, 1999. — 176 с.

Надійшла 21.08.2017.