

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування
Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин
Кафедра землеробства, ґрунтознавства та агрохімії

Спеціальність 201 Агрономія
Освітній ступінь «Магістр»

«Допускається до захисту»
В.о. завідувача кафедри землеробства,
ґрунтознавства та агрохімії
доцент _____ Юрій ШКАТУЛА
« _____ » _____ 20__ р.
протокол № _____ від _____ 20__ р.

**Вплив регуляторів росту на біоенергетичну
продуктивність сої в умовах ПП «ПУЛТАГРО-РИТМ»
с. Пултівці Вінницького району Вінницької області**

01.02. – КР 196 м 08 12 22. 050

Магістрант – випускник

Катерина ХАВТИРКО

Керівник кваліфікаційної роботи,
Старший викладач

Людмила ПЕЛЕХ

Рецензент

Вінниця – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	6
1.1. Природа стресу рослин	6
1.2. Застосування регуляторів росту рослин як сучасний спосіб зниження стресу	8
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови досліджень	10
2.2. Методика проведення досліджень	13
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	18
3.1. Вплив обробки регуляторів росту на площу листової поверхні та вміст хлорофілу в рослинах сої	18
3.2. Симбіотична активність рослин сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту	21
3.3. Урожай та якість зерна сої залежно від обробки регуляторами росту	23
3.4. Економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сої	28
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33
ДОДАТКИ	38

ВСТУП

Актуальність. Соя – культура світового землеробства, основне джерело рослинного білка та олії. Норма споживання білка має становити 12 % загальної калорійності добового раціону людини, або 85–90 г, у тому числі 55–65 % білкарослинного походження. Основні обсяги виробництва забезпечуються за рахунок вирощування зернобобових культур, зокрема сої.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства та виникнення стресових умов захист посівів від несприятливих факторів є одним із важливих напрямів. Поряд із виведенням нових стійких сортів рослин значна роль належить якісним препаратам, які підвищують адаптаційні якості рослини. Отже, унаслідок тенденцій глобальних змін клімату та виникнення стресових умов (високий температурний режим, тривала посуха, суттєві добові коливання температур), що спостерігаються останнім часом і в Україні, використання позакореневого підживлення та регуляторів росту рослин для адаптації і стабілізації росту та розвитку рослин сої та покращення якості насіння є актуальним і потребує детального вивчення.

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягає в визначенні особливостей формування врожаю сої, пошуку шляхів підвищення продуктивності рослин на основі встановлення особливостей фотосинтетичної та симбіотичної діяльності; визначення економічної ефективності виробництва культури залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах Правобережного Лісостепу України.

Відповідно до зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- виявити вплив обробки регуляторами росту на фотосинтетичну та симбіотичну діяльність рослин сої;
- провести оцінювання ефективності впливу регуляторів росту на

урожайність та якість зерна сої;

- визначити економічну та енергетичну ефективність досліджуваних факторів.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності сої залежно від регуляторів росту з антистресовою дією та погодних умов.

Предмет дослідження – сорт сої Діадема Поділля; регулятори росту з антистресовою дією, продуктивність рослин, погодні умови.

Методи досліджень. Польові, лабораторні, розрахунково-порівняльні, математичної статистики.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано технологію вирощування сої, що забезпечує врожай насіння на рівні 3,28–3,34 т/га.

Структура та обсяг наукової роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 40 сторінок, із них основного тексту 30 сторінок. Робота містить 6 таблиць, 3 рисунки та 2 додатки.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

1.1. Природа стресу рослин

Рослини в процесі росту та розвитку можуть переживати різні види стресу, які неодмінно впливають на їх продуктивність. Але перш ніж говорити про фактори, які впливають на рослини, потрібно розібратись з самим поняттям

«стресу». Поняття «стрес» – це особливий стан рослин на дію «стресорів». Найбільш розповсюдженими «стресорами», які впливають на рослини, є: низькі температури, дефіцит чи надлишок вологи, висока кислотність ґрунтів, посухи та багато інших [13, 22].

Загалом можна виділити три фази стресу, які проходить рослина. Під час першої фази відбуваються процеси гальмування росту пагонів, тому що значно підвищується синтез такого інгібітора росту, як етилен. Друга фаза – це фаза адаптації, коли рослина повинна адаптуватись до нових умов або пошкодження можуть посилюватись. Коли адаптація закінчується, рослина нормально розвивається вже при змінених умовах розвитку, але, звичайно ж, продуктивність значно знижується, оскільки енергія була витрачена на процес адаптації. Остання фаза, яку може проходити рослина, це виснаження, коли вже немає ресурсів для відновлення, відбувається порушення структури і функції мембран, розпад органічних речовин, виникають пошкодження органів та тканин, які в подальшому призводять до загибелі рослин [20, 38].

Виділять три основні групи стресових факторів, які впливають на рослини:

- перша – фізичні, до яких можна віднести надмірну або недостатню вологість, високу чи низьку температуру та радіоактивне випромінювання;
- друга – хімічні фактори, до яких належать різні види солей, гербіциди, фунгіциди, інсектициди та відходи виробництва;

- третя – біологічні, до яких можна віднести різних збудників хвороб та шкідників, а також рослини – конкуренти.

Стрес викликає у рослин депресію, яка негативно впливає на ріст рослини, а отже, знижує якість насіння та скорочує урожайність. Якщо сорти виведені під певну ґрунтово-кліматичну зону, вирощування в іншій зоні, де умови значною мірою відрізняються, може спричинити різні стресові фактори [33, 34].

Зі стресом можна і необхідно боротись, але робити це слід розумно.

Спочатку потрібно визначити природу стресу та намагатися його зменшити.

Основні заходи зниження (уникнення) стресових факторів:

- забезпечення оптимальної підготовки ґрунту;
- передпосівна обробка насіння протруйниками;
- позакореневе підживлення рослин та обробка регуляторами росту рослинз антистресовою дією;

У жодному разі не слід обробляти рослини, які знаходяться у стресовому стані, засобами захисту рослин, адже це знижує захисні властивості рослин [17, 35].

У 1976 році вчений-фітофізіолог В. Ф. Альтергот виділив два види стійкості рослин до несприятливих умов: структурний та функціональний. Структурна стійкість проявляється тоді, коли несприятливі умови діють на рослини різко, а не тривалий термін [2]. Функціональна стійкість, навпаки, проявляється, коли несприятливий чинник впливає поступово та тривалий період. На сьогоднішній день важливо вчасно і правильно визначити природу стресу рослин. На допомогу фермерам прийшли науковці з представництва Массачусетського технічного інституту в Сінгапурі та лабораторії Temasek, які розробили датчик для визначення стресу рослин [40]. Цей датчик, що має назву Ramap, кріпиться до листків рослин і завдяки сенсору може проводити діагностику дефіциту макро- та мікроелементів, нестачу води, надмірну

спеку чи холод. Датчик допомагає вчасно діагностувати проблему та збільшити врожайність сільськогосподарських культур. Також цей пристрій є достатньо безпечним для навколишнього середовища та справжньою знахідкою у сфері точного землеробства.

1.2. Застосування регуляторів росту рослин як сучасний засіб зниження стресу

Дослідивши питання стресу рослин, важливо зрозуміти, як його уникнути чи зменшити негативний вплив стресових факторів. Одним із головних важелів у цьому процесі є використання регуляторів росту, які підвищують стійкість рослин до фізичних, хімічних та біологічних стресових факторів [3, 42].

Слід зазначити, що регулятори росту рослин почали використовуватись порівняно недавно, хоча питаннями підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за допомогою стимуляторів росту науковці займаються більше 50 років. На сьогодні створено ряд синтетичних аналогів фітогормонів і природних біостимуляторів, а також збалансованих композицій біостимуляторів для окремих культур, зокрема для сої, які пропонуються товаровиробникам [31, 36].

Сучасним резервом підвищення врожайності зерна сої є застосування біологічно активних речовин (регуляторів росту, індукторів стійкості тощо). Поряд із цим останніми десятиліттями спостерігається світова тенденція до екологічно чистого або біологічного виробництва сільськогосподарської продукції. Саме регулятори росту найближчі десятиліття будуть мати не менше значення у сільськогосподарському виробництві, ніж мінеральні добрива та засоби захисту рослин. Отже, без їх застосування неможливо буде здійснити новітніх впроваджень у виробництво ряду складових енергозберігаючих технологій вирощування с.-г. рослин [27, 39].

Поряд із інтенсифікацією сільського господарства збільшуються роль і попит на РРР (регулятори росту рослин). Загалом регуляторами росту рослин можуть бути природні або ж синтетичні речовини, фіторегулятори, мікроелементи, які позитивно впливають на культуру та збільшують врожай [1,12]. До складу регуляторів можуть входити досить різні речовини, такі як:

- ауксини, які сприяють розвитку кореневої системи, прискорюють ріст та дозрівання плодів;
- гібереліни – впливають на ріст стебел та прискорюють процес цвітіння;
- цитокініни – відповідають за прискорене проростання насіння, перешкоджають в'яненню та передчасному опаданню листя;
- етилен – це гормон, який може гальмувати ділення клітин, призупиняє ріст листя та сприяє прискоренню дозрівання плодів;
- абсцизова кислота, її збільшення сприяє переходу насіння та бульбу стан спокою, а зменшення, навпаки, стимулює вихід зі стану спокою.

У сучасних препаратах використовують синтетичні аналоги фітогормонів, але за своїми властивостями та ефективністю вони не відрізняються від препаратів із природними компонентами.

Можна стверджувати, що останнім часом РРР стали використовувати так само, як і мікродобрива та хімічні засоби захисту рослин від хвороб та шкідників. На відміну від гербіцидів та фунгіцидів, регулятори росту менш токсичні для рослин. Регулятори росту підсилюють розвиток асиміляційної поверхні, що позитивно впливає на фотосинтетичну активність рослин, активізують поділ клітин, процеси дихання та живлення, знижують вміст нітратів, іонів важких металів та радіонуклідів [10, 37].

Достатньо важливим фактором при обробці регуляторами росту є правильне й доречне їх застосування, оскільки недотримання вимог використання регуляторів росту рослин різко знижує ефективність препаратів та їх окупність [17].

За використання на посівах зернобобових РРР покращують фіксацію

атмосферного азоту та пригнічують хвороби [23]. Також регулятори росту можна використовувати не тільки під час обробки насіння, а й для обробки листкової поверхні. Доведено, що позакореневе підживлення найефективніше проводити у найбільш критичну фазу розвитку культури [30].

Роль регуляторів росту рослин різко збільшилася у зв'язку з широким упровадженням інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарських культур. У багатьох країнах світу розроблено національні програми щодо РРР, що стимулювало створення нового покоління екологічно чистих і високоефективних препаратів спрямованої та комплексної дії [18].

Використання РРР є одним із важливих засобів, що впливають на строки дозрівання культур, підвищення стійкості рослин до негативних чинників навколишнього середовища, забезпечують підвищення врожайності, поліпшення якості і зберігання продукції рослинництва. Науково обґрунтоване застосування елементів технологій за використання РРР надасть змогу зменшити норми внесення мінеральних добрив та пестицидів, що сприятиме зменшенню вмісту забруднювачів у вирощуваній продукції. Завдяки застосуванню РРР достовірно поліпшуються і агрохімічні властивості ґрунту, зокрема його біологічна активність [6, 10, 32].

Слід наголосити, що масштабне застосування регуляторів росту суттєво обмежується деякими питаннями: виявлення специфіки дії препаратів залежно від сорту культури, норм і термінів застосування. На жаль, відсутня інформація щодо впливу регуляторів росту рослин на підвищення стресостійкості рослин та чітких рекомендацій щодо оптимальних строків та сполук.

Отже, вищенаведена інформація обумовлює важливість та актуальність досліджень щодо вивчення ефективності застосування регуляторів росту рослин для сої за сучасного збільшення стресових факторів.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово-кліматичні умови досліджень

Приватне підприємство «ПултАгро-Ритм» – це молоде господарство. Воно було утворено 23 грудня 2010 р. на базі колишнього автопарку. Засновником є його директор Юрченко Олександр Анатолійович. Підприємство немає власної землі, а користується землею, яку селяни здали йому в оренду. Із власниками землі директор господарства має хороші відносини, адже розраховується з ними зерном пшениці.

Господарство спеціалізується на вирощуванні технічних культур. Головною культурою є соняшник. Вирощують також кукурудзу, озимий ячмінь, сою і озиму пшеницю для розрахунку з пайовиками. Загальна площа господарства 400 га.

За рахунок кваліфікованої праці робітників, використання передових технологій вирощування культур, нової техніки, господарство показує непогані результати.

Так як господарство займається вирощуванням олійних культур, то ринком збуту є «Масло-жир комбінат» в м. Вінниця.

Підприємство має вигідне економічне і географічне положення. Воно розташоване на території Вінницької області Вінницького району с. Пултівці.

Для підприємства характерний достатньо високий рівень культури землеробства. Своєчасний обробіток ґрунту, внесення значної кількості мінеральних добрив дає змогу одержувати порівняно високі та сталі врожаї сільськогосподарських культур. Враховуючи, що значні площі посіву відведені під насінневі посіви, де показник урожайності не завжди в повній мірі характеризує ефективність виробництва, дані показники є досить

високими.

Характеристика ґрунту – чорнозем типовий глибокосередньо-гумусовий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесових породах. Вміст гумусу за Тюрінім 4,1–4,5 %; рН сольове 6,0–6,2. Вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 120 мг/кг, рухомих сполук P_2O_5 і K_2O за Чириковим – 202 мг/кг та 85 мг/кг відповідно. Безпосередньо на дослідній ділянці було проведено відбір ґрунту та здійснено його агрохімічний аналіз.

Вегетаційний період сої в 2022 році був добре забезпечений теплом порівняно із середньобагаторічними показниками. Сівбу сої провели 3 травня.

Травень за температурним режимом перевищував середньобагаторічний на $4,2^{\circ}C$, цей показник становив $19,8^{\circ}C$. Температурний режим, що склався у цьому році, позитивно вплинув на ріст і розвиток рослин сої у період сівба–сходи (табл. 2.1). У червні середньомісячна температура була вищою за середньомісячний показник ($18,8^{\circ}C$) на $2,7^{\circ}C$ і становила $21,5^{\circ}C$. У липні–серпні (період цвітіння та наливу насіння) середньомісячна температура становила 22,6 та $23,0^{\circ}C$, що перевищує середньобагаторічні показники на 2,4 та $3,8^{\circ}C$ відповідно. У вересні температура перевищувала середньобагаторічний показник на $3,4^{\circ}C$ і становила $16,8^{\circ}C$.

У 2023 році температурні умови загалом були сприятливі для росту й розвитку рослин сої. Так, період сівба–сходи (посів сої провели 13 травня) характеризувався підвищеним показником температури повітря, яка становила $17,6^{\circ}C$. Відхилення від середньобагаторічних показників становило $2,0^{\circ}C$. Період сходи–бутонізація, що припадав на червень, характеризувався підвищеними показниками порівняно з середньобагаторічними даними – відхилення становило $5,6^{\circ}C$. У період цвітіння та наливу зерна (у липні–серпні) температура повітря була

вищою на 1,1 та 2,5°C від середньобагаторічних показників (20,2 та 19,2°C), що мало позитивний вплив на реалізацію генетичного потенціалу сортів сої. У вересні температура повітря становила 15,5°C, що на 2,1°C перевищувало середньобагаторічні показники.

Таблиця 2.1

**Середньодобова температура повітря (°C) та кількість опадів (мм)
упродовж вегетаційного періоду сої (2022–2023 рр.)**

Місяць	Декада	Температура повітря, °C			Опади, мм		
		2022 р.	2023 р.	Середньо-багаторічна	2022 р.	2023 р.	Середньо-багаторічна
Квітень	I	8,6	9,3	8,7	5,8	0,0	40,0
	II	12,0	7,8		2,2	22,3	
	III	14,0	16,3		14,8	1,6	
За місяць		11,5	11,1		22,8	23,9	
Травень	I	22,0	14,5	15,6	1,0	34,1	54,0
	II	17,3	17,5		15,8	1,4	
	III	20,1	208		1,8	5,2	
За місяць		19,8	17,6		18,6	40,7	
Червень	I	18,0	23,7	18,8	3,7	12,5	67,0
	II	22,8	26,0		28,3	0,0	
	III	22,9	23,4		5,5	4,3	
За місяць		21,5	24,4		37,5	16,8	
Липень	I	20,8	20,2	20,2	2,6	3,5	76,0
	II	22,3	19,5		37,1	49,0	
	III	24,3	23,3		83,2	4,9	
За місяць		22,6	21,3		122,9	57,4	
Серпень	I	23,9	19,8	19,2	0,0	4,5	57,0
	II	23,4	21,0		0,0	0,0	
	III	20,1	21,7		3,6	0,0	
За місяць		23,0	21,7		3,6	4,5	
Вересень	I	21,8	21,6	13,4	7,7	4,5	50,0
	II	17,5	15,2		0,6	4,6	
	III	12,2	9,7		16,0	34,4	
За місяць		16,8	15,5		24,3	43,5	

Кількість опадів за період проведення досліджень була нерівномірною і значно відрізнялася від середньобагаторічних показників.

У період сімба–сходи (травень) 2022 року кількість опадів була низькою – 18,6 мм, що на 35,4 мм менше від середньобагаторічного показника. Період сходи–бутонізація (червень) відзначився незначною кількістю опадів – 37,5 мм, що на 29,5 мм нижче від середньобагаторічних даних. Дефіцит червневих дощів дещо негативно вплинув на проходження наступних фаз цвітіння та формування бобів і насіння на рослинах сої.

У період цвітіння–налив зерна (липень–серпень) кількість опадів була нерівномірна: так, у липні випало 122,9 мм, у серпні – 3,6 мм, що на 46,9 мм вище та 53,4 мм нижче від середньобагаторічного показника. У вересні випало 24,3 мм опадів, що на 25,7 мм більше за норму.

У травні 2023 року випало 40,7 мм опадів, що на 13,3 мм менше за середньобагаторічні показники. У червні, липні та серпні кількість опадів була значно нижчою від середньобагаторічних показників на 50,2 мм, 18,6 мм та 52,5 мм відповідно.

Ще одним, не менш важливим показником, який дозволяє в підсумку стверджувати про відповідність погодних умов вимогам культури під час вегетації, є величина гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Гідротермічні умови вегетаційних періодів сої за 2022–2023 рр.в
умовах північно-східної частини Лісостепу України**

Рік	∑ опадів, мм	∑ температур >10 °С	Гідротермічний коефіцієнт	Умови вегетаційного періоду
2022	198,1	3039,5	0,65	Дуже посушливий
2023	115,7	2776,7	0,42	Дуже посушливий

Примітка: значення ГТК: до 0,4 – гостро посушливий; 0,41–0,70 – дуже посушливий; 0,71–1,00 – посушливий; 1,01–1,30 – слабо посушливий; 1,31–1,60 – оптимальний; >1,6 – перезволожений

Доведено, що найкращі умови для одержання урожаїв культур, які висівають у весняні строки, складаються тоді, коли значення ГТК дорівнює 1,0–1,4. Якщо показник має нижче значення, зокрема 0,6 і менше, рослини пригнічуються через посуху, а якщо він вищий від оптимального значення, наприклад, 1,6 і більше, через перезволоження.

Із наведених даних бачимо, що за температурним та режимом зволоження вегетаційні періоди досліджуваних років були дуже посушливими – 2022 (0,65) та 2023 (0,42). Отже, можна стверджувати, що в досліджувані роки рослини сої мали стресові умови за температурним режимом та зволоженням.

2.2. Методика проведення досліджень

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування продуктивності сої залежно від регуляторів росту з антистресовою дією та погодних умов.

Предмет дослідження – сорт сої Діадема Поділля; регулятори росту з антистресовою дією, продуктивність рослин, погодні умови.

Сорт Діадема Поділля. Оригіна́тор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Ранньостиглий. Вегетаційний період становить 105–115 днів. Олійність становить – 18,8 %. Вміст білка – 38,7 %. Стійкість до вилягання – 7 балів. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ.

Характеристика застосованих регуляторів росту рослин Атонік Плюс (Atonic Plus) – біостимулятор, в основі якого 3 синтетичні нітрофеноли. Підвищує стресостійкість до коливання температури навколишнього середовища, засухи, zalивання дощами. Знижує ризик виникнення процесу фітотоксичності до оброблених рослин унаслідок використання інших пестицидів, що до них застосовувалися, а також стійкості. Норма витрати препарату становить 0,2 л/га. Максимально

допустиме число обробок за сезон становить 1–3 залежно від виду культури та впливу навколишніх умов. Препарат Атонік Плюс забезпечує високу ефективність впливу на рослини, навіть за несприятливих умов навколишнього середовища (навіть до -5°C). Заявник – Асахі Кемікал Європа.

Альбіт ТПС (Albit TPS) – поліфункціональний препарат біологічного походження. Унікальні механізми дії препарату дозволяють йому захищати сільськогосподарські рослини від широкого кола біотичних (хвороби) і абіотичних стресів. Серед останніх особливо слід відзначити захист від пестицидного стресу (антидотної дії). Обробка культур проводиться до 3 разів. Заявник – Родоніт.

Мегафол (Megafol) – антистресовий препарат, виготовлений із рослинних амінокислот в особливому поєднанні з калієм, бетаїном, полісахаридами і прогормональними сполуками. Мегафол містить 28 % вільних амінокислот та 15 % вуглеводів. Основне призначення – допомагати рослинам переносити стреси та посилювати стійкість до несприятливих умов середовища, хвороб, стимулювати поглинання поживних речовин з ґрунту, підвищувати врожайність та якість насіння. Допомагає швидко відновити ріст та розвиток після негативного впливу несприятливих кліматичних умов та обробки засобами захисту рослин. Заявник – Агрісол.

Вермистим Д (Vermistym D) – це високогумусна речовина, яка сприяє більш ефективному використанню корисних речовин і захищає рослини від стресу та хвороб. До складу Вермистиму входять: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, що активують ріст, засвоєння мікро- і макроелементів та спори ґрунтових організмів. Препарат сприяє підвищенню схожості насіння, стимулює ріст і розвиток рослин, підвищує імунітет рослин до різних захворювань, заморозків і посухи, а також зменшує кількість нітратів і нітритів, важких металів і радіонуклідів, покращує якість продукції. Заявник – Біоконверсія.

Ікс-сайт (X-Cyte) – регулятор росту для покращення цвітіння й запилення в умовах високих температур. Препарат активізує гени, які регулюють транспортування цукрів, а також збільшує запасуючу здатність тканини для формування однорідної за розміром і формою товарної частини врожаю. Заявник – ТОВ Столлер.

Біофордж (Bioforge) – це антистресовий препарат для посилення росту, розвитку рослин та досягнення їх стійкості до несприятливих чинників. Це є продукт двох природних речовин: сечовини та мурашиної кислоти, які при поєднанні дають нову речовину – диформіл сечовину, що є сильним антиоксидантом. Окрім регуляції стресу, препарат забезпечує краще проростання насіння та посилює розвиток рослини. Заявник – ТОВ Столлер.

Stimulate (Стимуляте) – регулятор росту рослин на основі поєднання цитокініну, ауксину та гіберелової кислоти, який активізує ріст і розвиток рослин упродовж вегетаційного періоду. Він сприяє поділу, диференціації та росту клітин на всіх етапах розвитку рослин. Препарат посилює ріст коріння, чим збільшує поглинання рослиною внесених у ґрунт поживних речовин. Stimulate сумісний з більшістю гербіцидів. За застосування в баковій суміші продукт допоможе підтримувати гормональний баланс і активний розвиток, знизивши ризик гербіцидного стресу. Заявник – ТОВ Столлер.

Схема дослідю. Фактор А – строк внесення: у мікростадії розвитку за ВВСН (61, 69 та 61+69). Фактор В – застосування регуляторів росту з антистресовою дією: контроль (без регуляторів), Альбіт ТПС (40 мл/га); Ікс-сайт (1,5 л/га); Атонік Плюс (0,2 л/га); Мегафол (1,0 л/га); Біофордж (1,5 л/га); Вермистим Д (6,0 л/га); Стимуляте (0,75 л/га).

У дослідях проводили обліки, спостереження та аналізи.

Для оцінки гідротермічних умов у роки проведення досліджень використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який розраховували за методикою Г. Т. Селянинова за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R > 10}{\sum t > 10}, \text{ де}$$

$\sum R$ – сума опадів за період з температурою понад 10°C; $\sum T$ – сума

температур понад 10 °C за відповідний період.

Визначення площі листків сої проводили методом «висічок» [5, 15], що базується на визначенні площі і маси 50 висічок, а також маси листової поверхні всієї проби у лабораторних умовах на зрізаних рослинах і подальших розрахунків за формулою

$$S = \frac{P \cdot S_1 \cdot n}{P_1}, \text{ де } S - \text{загальна площа листків, см}^2;$$

S_1 – площа однієї висічки, см²;

P – загальна маса листків, г; P_1 – маса висічок, г;

n – число висічок, шт.

Вміст хлорофілу в листках визначали шляхом приготування розчину спиртової витяжки з подальшим визначенням на спектрофотометрі ULAB 102 [9]. Одночасно проводили експрес-діагностику в польових умовах за допомогою SPAD-502 plus з подальшою побудовою калібрувального графіка.

Елементи структури врожаю визначали за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Вміст олії та білка встановлювали на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750.

Статистичну обробку експериментальних даних досліджень проводили кореляційним та дисперсійним методами за методикою Ермантраута Є. Р., Присяжнюка О. І. та програмою STATISTICA 10.

Технологія вирощування сої була рекомендована для північно-східного Лісостепу України, крім елементів, що вивчалися. Попередник – озимі колосові культури. Густота посіву становила 650 тис. схожих насінин на один гектар. Сівбу проводили з міжряддям 45 см агрегатом МТЗ 82.1 + Клен 1,5 С (селекційна сівалка). Глибина заробки насіння 4–5 см.

Обробку регуляторами росту проводили за допомогою спеціально розробленого обприскувача Штайге (Steige) у фази: початок цвітіння (ВВСН₆₁), кінець цвітіння (ВВСН₆₉). Збирання врожаю проводили в фазу повної стиглості комбайном Майсей Фергусон (Massey Ferguson).

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив обробки регуляторами росту на площу листової поверхні та вміст хлорофілу в рослинах сої

Відомо, що розвиток асиміляційної поверхні визначає інтенсивність процесу фотосинтезу, що впливає на формування органічної речовини як важливої складової врожаю [16, 19, 21].

У середньому за досліджувані 2022–2023 рр. найбільшу площу листової поверхні (39,35–36,92 тис. м²/га) було сформовано рослинами за обробки PPP у стадію ВВСН 61 та подвійного застосування в ВВСН 61+69. Слід відзначити, що за фактором В найбільший показник було отримано за обробки Атонік Плюс, Ікс-сайт, Мегафол та Біофордс (36,61–39,23 тис. м²/га). Найменшу площу листової поверхні сформовано за одноразової обробки регуляторами росту в ВВСН 69.

Відомо, що для ефективної роботи асиміляційного апарату важлива не лише його площа, а й вміст основних пігментів, за допомогою яких відбувається процес фотосинтезу, зокрема хлорофілу [9, 41]. Ми провели аналізи щодо визначення вмісту хлорофілу на ВВСН 71 стадії (повний розвиток бобів). У цей період довжина бобу на одному з чотирьох найвищих вузлів головного стебла становить 1,8–2,0 см. Це є найбільш критичний період у формуванні насіння. Будь-який стрес може призвести до великої втрати врожайності порівняно з іншими фазами розвитку [24, 28].

Для визначення вмісту хлорофілу в польових умовах ми використовували SPAD-502 plus, а в лабораторних умовах – спектрофотометр ULAB-102. Виявлено, що застосування регуляторів росту сприяло підвищенню вмісту хлорофілу порівняно з контролем (табл. 3.1). Спостерігали незначне підвищення вмісту хлорофілу (42,55 SPAD-одиниць та 3,05 мг/г) за внесення PPP у ВВСН 69. У середньому найвищий вміст пігментів було отримано за застосування: Атонік Плюс (42,87 та 3,10 мг/г)

та Біофордж (42,57 та 3,06 мг/г). А втім, за результатами дисперсійного аналізу суттєвої різниці не виявлено.

Таблиця 3.1

Площа листкової поверхні рослин та вміст хлорофілу за обробки рослинрегуляторами росту (ВВСН 71, середнє за 2022–2023 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га	Вміст хлорофілу, SPAD-одиниці	Вміст хлорофілу, мг/г
ВВСН 61	Контроль	30,72	41,20	2,96
	Альбіт ТПС	34,11	42,40	3,02
	Ікс-сайт	37,21	41,40	2,97
	Атонік Плюс	36,61	42,30	3,07
	Мегафол	37,81	43,10	3,10
	Біофордж	38,75	43,12	3,12
	Вермистим Д	36,23	42,20	3,01
	Стимуляте	39,34	42,20	3,02
	Середнє	36,35	42,24	3,03
ВВСН 69	Контроль	30,82	41,30	2,81
	Альбіт ТПС	30,16	41,40	2,98
	Ікс-сайт	30,29	43,20	3,12
	Атонік Плюс	31,34	43,30	3,14
	Мегафол	30,27	43,20	3,12
	Біофордж	30,09	43,80	3,15
	Вермистим Д	30,38	41,40	2,98
	Стимуляте	29,82	42,80	3,08
	Середнє	30,40	42,55	3,05
ВВСН 61+69	Контроль	30,81	41,30	2,81
	Альбіт ТПС	35,17	41,20	2,96
	Ікс-сайт	38,28	41,40	2,98
	Атонік Плюс	37,14	43,00	3,09
	Мегафол	39,23	41,10	2,95
	Біофордж	38,29	40,80	2,90
	Вермистим Д	37,17	40,20	2,82
	Стимуляте	39,27	42,10	3,00
	Середнє	36,92	41,39	2,94
<i>Duncan test₀₅(AB)</i>		3,85	5,18	0,09

Мінімальні значення вмісту хлорофілу були отримані за подвійного РРР уфазу ВВСН 61+69 (41,39 та 2,94 мг/г).

3.2. Симбіотична активність рослин сої залежно від фази внесення тавиду регуляторів росту

Відомо, що активність азотфіксуючого апарату формується і регулюється за допомогою гормонів [14, 23]. Тому важливо серед досліджуваних регуляторів росту виявити найбільш ефективні, тобто ті, що і впливають на симбіотичну активність, і в подальшому сприяють підвищенню продуктивності особин.

Симбіотичну активність було проаналізовано за кількістю та масою бульбочок на досліджуваних рослинах залежно від регуляторів росту з антистресовою дією (рис. 3.1). Визначено, що максимальну кількість бульбочок сформовано за обробки в більш ранню стадію ВВСН 61 (364,4 шт.) та подвійного застосування у ВВСН 61 + 69 (362,6 шт.).



Рис. 3.1. Розвиток фотосинтетичної поверхні (а) та бульбочок (б) на рослинах сої за комбінованого застосування Атонік Плюс (ВВСН 61+69)

Подвійне використання РРР обумовило формування бульбочок з найбільшою загальною масою (23,66 г). Серед досліджуваних регуляторів росту слід зазначити позитивний вплив на кількість та масу бульбочок застосування Атонік Плюс (415,7 шт. масою 33,11 г.), Стимуляте (384,6 шт. бульбочок масою 20,80 г.) та Мегафолу (381,1 шт. бульбочок масою 25,91 г.).

Таблиця 3.2

Симбіотична активність рослин сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту (середнє за 2022–2023 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Кількість бульбочок, шт.	Маса бульбочок, г	Середня маса 1 бульбочки, г
ВВСН 61	Контроль	325,5	17,80	0,055
	Альбіт ТПС	339,8	19,42	0,057
	Ікс-сайт	293,4	13,28	0,045
	Атонік Плюс	419,2	33,14	0,079
	Мегафол	463,0	26,15	0,056
	Біофордж	322,0	19,24	0,060
	Вермистим Д	354,2	19,81	0,056
	Стимуляте	398,4	19,60	0,049
	Середнє	364,4	21,06	0,058
ВВСН 69	Контроль	302,5	22,46	0,074
	Альбіт ТПС	262,4	18,40	0,070
	Ікс-сайт	271,0	17,30	0,064
	Атонік Плюс	404,5	31,40	0,078
	Мегафол	263,4	20,37	0,077
	Біофордж	304,0	20,35	0,067
	Вермистим Д	352,5	19,41	0,055
	Стимуляте	366,2	22,54	0,062
	Середнє	315,8	21,53	0,068
ВВСН 61 +69	Контроль	327,4	18,60	0,057
	Альбіт ТПС	327,5	19,71	0,060
	Ікс-сайт	320,2	18,28	0,057
	Атонік Плюс	423,5	34,80	0,082
	Мегафол	417,0	31,20	0,075
	Біофордж	377,5	22,82	0,060
	Вермистим Д	318,4	20,43	0,064
	Стимуляте	389,3	23,40	0,060
	Середнє	362,6	23,66	0,065
<i>Duncan test</i> $05(AB)$		27,5	2,51	0,007

Виявлено незначний пригнічувальний ефект на симбіотичну активність рослин сої за внесення Ікс-сайт (294,9 шт. бульбочок масою 16,29 г) та Альбіт ТПС (309,9 шт. бульбочок масою 19,18 г.).

Іншим важливим показником, який впливає на життєздатність та ефективність роботи, є вага однієї бульбочки [7, 11, 25]. Слід відзначити тенденцію до підвищення цього показника за застосування РРР у більш пізню фазу. Так, за внесення у ВВСН 61 було отримано 0,058 г, тоді як у ВВСН 69 – 0,068 г. Подвійне позакореневе підживлення регуляторами росту забезпечило формування бульбочок з середньою вагою 0,65 г.

3.3. Урожай та якість зерна сої залежно від обробки регуляторами росту

Головним чинником, який свідчить про ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур, є врожайність. За результатами наших досліджень було виявлено, що найвищу ефективність препаратів отримано за двократного внесення РРР у мікростадії ВВСН 61 + 69 (3,40 т/га). У середньому на варіантах за однократного внесення регуляторів росту в ВВСН61 отримали врожай 3,33 т/га, а ВВСН 69 – 3,27 т/га (табл. 3.3).

У розрізі строків внесення максимальну врожайність було зібрано за подвійного внесення Атонік Плюс (3,68 т/га) та Мегафол (3,66 т/га). За застосування на початку цвітіння тенденція з лідерством збереглася за Атонік Плюс (3,70 т/га) та Мегафол (3,48 т/га). За внесення регуляторів росту в кінці цвітіння найбільше врожаю було зібрано на ділянках за внесення Мегафол (3,53 т/га) та Стимуляте (3,43 т/га).

За результатами дисперсійного аналізу виявлено суттєву прибавку врожаю за внесення Мегафол (3,56 т/га), Атонік Плюс (3,52 т/га) та Стимуляте (3,45 т/га) порівняно з контролем (3,14 т/га) (Duncan test $_{05} = 0,16$ т/га) (рис. 3.2). Меншу врожайність отримали за внесення Альбіт ТПС (3,14 т/га), Вермистим Д(3,18 т/га) та Біофордж (3,28 т/га).

Таблиця 3.3

**Урожайність зерна залежно від фази внесення та виду регуляторів
росту (середнє за 2022–2023 рр.)**

Строк внесення (фактор А)	Варіанти обробки РРР (фактор В)	Урожайність, т/га			Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
		2022	2023	Середнє		
ВВСН 61	Контроль	3,16	3,11	3,14	3,33	3,14
	Альбіт ТПС	3,08	3,11	3,10		3,14
	Ікс-сайт	3,41	3,29	3,35		3,40
	Атонік Плюс	3,71	3,69	3,70		3,52
	Мегафол	3,55	3,41	3,48		3,56
	Біофордж	3,4	3,21	3,31		3,28
	Вермистим Д	3,15	3,18	3,17		3,18
	Стимуляте	3,49	3,36	3,43		3,45
ВВСН 69	Контроль	3,16	3,11	3,14	3,27	
	Альбіт ТПС	3,07	3,05	3,06		
	Ікс-сайт	3,43	3,32	3,38		
	Атонік Плюс	3,3	3,05	3,18		
	Мегафол	3,62	3,43	3,53		
	Біофордж	3,31	3,15	3,23		
	Вермистим Д	3,28	3,11	3,20		
	Стимуляте	3,55	3,3	3,43		
ВВСН 61 +69	Контроль	3,16	3,11	3,14	3,40	
	Альбіт ТПС	3,32	3,22	3,27		
	Ікс-сайт	3,51	3,42	3,47		
	Атонік Плюс	3,82	3,54	3,68		
	Мегафол	3,74	3,58	3,66		
	Біофордж	3,41	3,21	3,31		
	Вермистим Д	3,21	3,15	3,18		
	Стимуляте	3,55	3,42	3,49		
<i>Duncan test 05</i>	<i>A</i>					0,04
	<i>B</i>					0,07
	<i>AB</i>					0,12

До основних показників якості зерна сої належать маса 1000 шт. насінин, вміст білка та олії. Маса 1000 шт. насінин характеризує крупність зерна, запас поживних речовин та цінність партії загалом. У середньому найбільш виповнене зерно (192,9 г) було сформоване за двократного застосування препаратів у мікростадії ВВСН 61 та ВВСН 69.

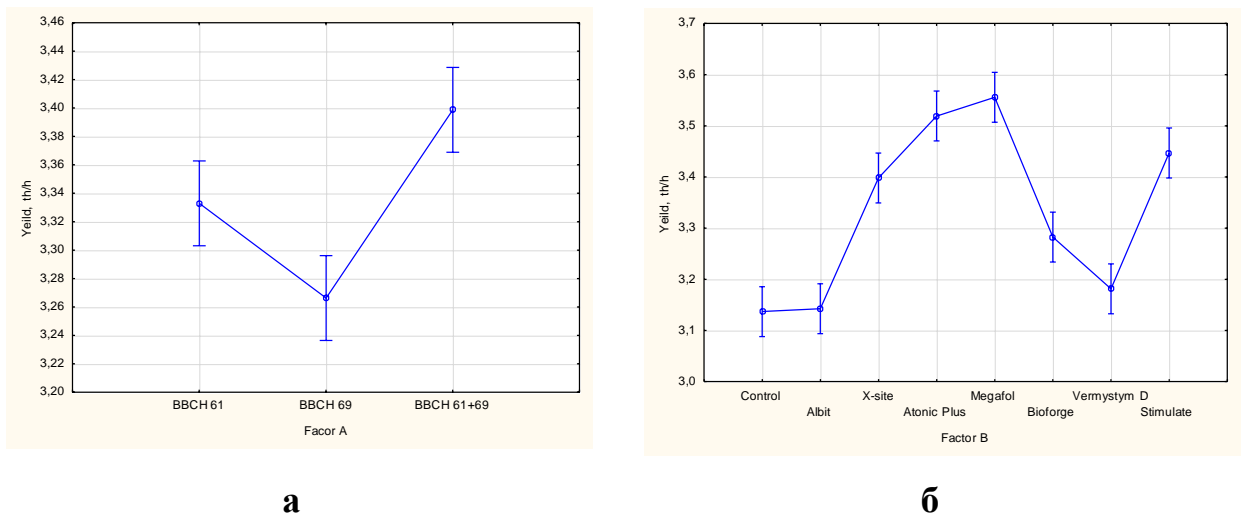


Рис. 3.2. Середні значення та довірчі інтервали врожайності сої залежновід фази внесення (а) та виду регуляторів росту (б)

Однократне внесення регуляторів росту рослин забезпечило формування зерна масою 1000 шт. – 180,5 г (ВВСН 61) та 184,8 г (ВВСН 69) (табл. 3.4). За фактором В серед досліджуваних препаратів найбільшу ефективність було виявлено за застосування Атонік Плюс, Мегафол, Вермистим Д та Стимуляте (187,3–188,9 г). На контролі було сформовано зерно масою 1000 шт. – 183,9 г.

Зерно сої досить збалансоване за вмістом білка та олії, що робить його універсальною культурою для переробної промисловості [4, 35]. За результатами біохімічного аналізу, проведеного на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750, виявлено, що вміст білка варіював від 33,2 до 36,5 %. Слід відзначити, що за фактором А суттєвого впливу не виявлено. Найбільш ефективним виявився Атонік Плюс, який у середньому за всіма строками забезпечив формування насіння з білковістю 36,0 %.

За вмістом олії дещо вищий показник було виявлено за застосування препаратів в більш пізню мікростадію ВВСН 69 (20,0 %) порівняно з ВВСН 61 (19,7 %). Найбільший вплив на вміст олії було виявлено на варіанті за обробки рослин Ікс-сайт, Біофордж та Стимуляте (20,1–20,2 %). На рівні контрольного варіанта (19,4 %) було накопичено олії за застосування Альбіт ТПС та Атонік Плюс (19,6 %).

Таблиця 3.4

**Якість зерна сої залежно від фази внесення та виду регуляторів
росту (середнє за 2022–2023 рр.)**

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Маса 1000 шт. насінин, г	Вміст білка, %	Вміст олії, %
ВВСН 61	Контроль	176,9	35,2	19,6
	Альбіт ТПС	180,0	35,2	19,3
	Ікс-сайт	176,9	36,2	19,9
	Атонік Плюс	187,2	36,3	18,9
	Мегафол	182,5	34,1	19,8
	Біофордж	176,0	34,2	20,1
	Вермистим Д	183,4	34,2	20,2
	Стимуляте	180,9	34,3	20,0
	Середнє	180,5	35,0	19,7
ВВСН 69	Контроль	183,4	33,2	19,7
	Альбіт ТПС	182,2	34,4	19,8
	Ікс-сайт	184,2	36,2	20,3
	Атонік Плюс	181,4	35,1	20,0
	Мегафол	186,1	36,3	19,7
	Біофордж	181,1	34,4	20,4
	Вермистим Д	188,3	34,2	19,9
	Стимуляте	191,5	34,9	20,2
	Середнє	184,8	34,9	20,0
ВВСН 61 +69	Контроль	191,3	35,1	19,0
	Альбіт ТПС	195,2	35,4	19,8
	Ікс-сайт	190,5	34,1	20,1
	Атонік Плюс	193,5	36,5	19,9
	Мегафол	194,1	36,2	20,2
	Біофордж	191,4	35,1	19,8
	Вермистим Д	193,3	35,5	20,0
	Стимуляте	194,2	35,2	20,3
	Середнє	192,9	35,4	19,9
<i>Duncan test</i> 05(AB)		6,2	0,9	0,2

За вирощування сої важливими підсумовуючими показниками є збір білка та олії з одиниці площі. Ці параметри є вихідними врожайності та вмісту білка та олії, що дає комплексну характеристику ефективності досліджуваних елементів технології. У середньому найвищий збір білка (1,2 т/га) у рослинах сорту Діадема Поділля було отримано за двократного застосування препаратів у мікростадії ВВСН 61 + 69 (рис. 3.3). Дещо менші значення були розраховані за однократного внесення у ВВСН 61 (1,16 т/га)

та ВВСН 69 (1,14 т/га).

Найбільш ефективними серед досліджуваних регуляторів росту виявилися Атонік Плюс (1,27 т/га) та Мегафол (1,26 т/га). Мінімальний вихід білка було розраховано на контролі – 1,08 т/га.

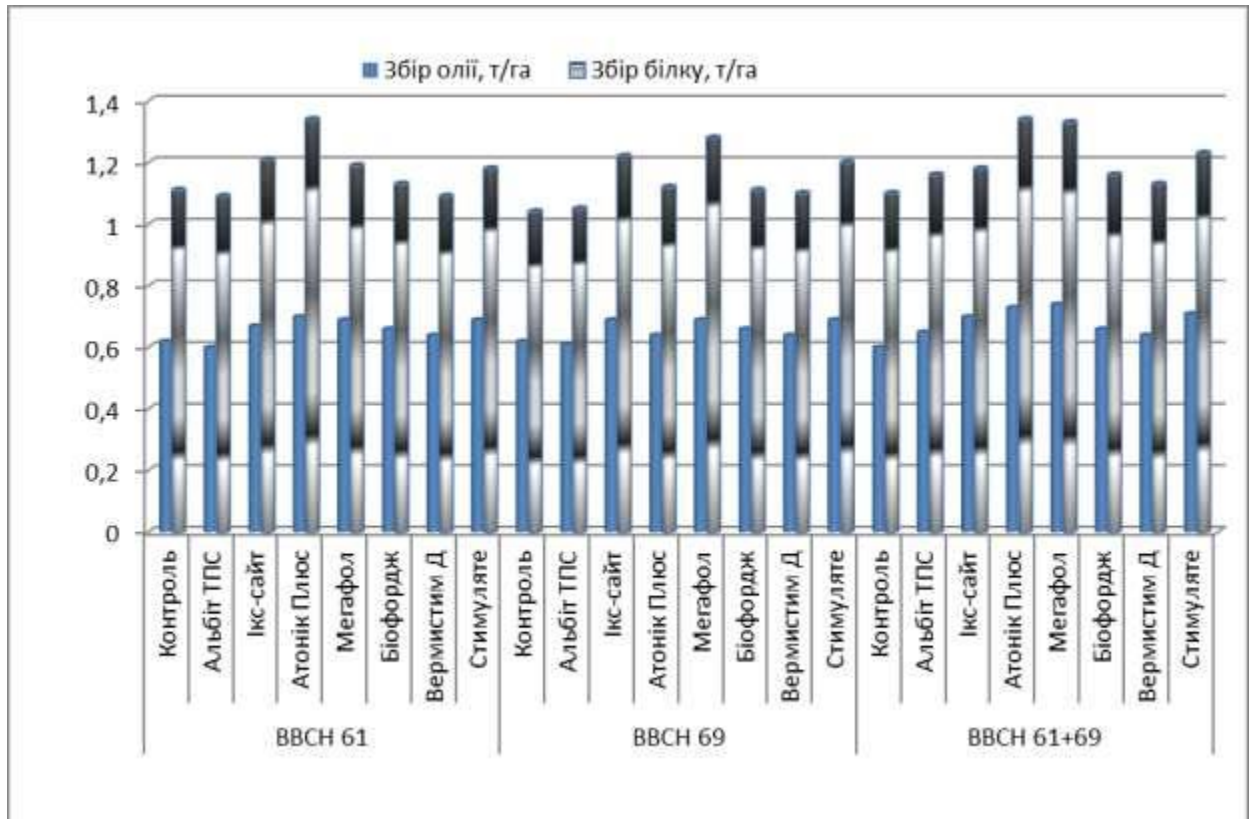


Рис. 3.3. Збір білка та олії залежно від фази внесення та виду регуляторів росту (середнє за 2022–2023 рр.)

Досить високий збір олії відносить сою до головних олійних культур світу [4, 35]. Максимальний збір олії з одного гектара було отримано за застосування препаратів на початку та в кінці цвітіння 0,68 т/га. За однократного внесення збір олії був меншим у мікростадії ВВСН 61 (0,66 т/га) та ВВСН 69 (0,68 т/га). У середньому найбільший вихід олії з одного гектара було отримано за обробки посівів Мегафолом (0,71 т/га), Стимуляте (0,70 т/га) та Атонік Плюс (0,69 т/га). Найменший збір олії було отримано на контролі – 0,61 та за внесення Альбіт ТПС (0,62 т/га).

3.4. Економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування сої

За результатами економічних розрахунків виявлено, що внесення регуляторів росту впливало на показники економічної ефективності вирощування сої сорту Діадема Поділля. Рентабельність варіювала від 14,5 % до 45,6 %, а умовно чистий прибуток коливався в межах 2498–7345 грн з одиниці площі, собівартість тонни зерна була на рівні 5425–6678 грн.

Максимальний рівень рентабельності (45,6 %) було розраховано на варіанті за внесення Атонік Плюс у фазу ВВСН 61. На цьому варіанті отримано максимальний рівень умовно чистого прибутку – 7345 грн/га. Схожа тенденція збереглася і за двократного застосування регуляторів росту у ВВСН 61+69. Маса умовно чистого прибутку становила 7136 грн/га за застосування регулятора росту Атонік Плюс та Мегафол.

Основним критерієм енергетичної ефективності є розрахований коефіцієнт (K_{ee}), який визначають співвідношенням отриманої енергії з урожаєм та суми витраченої антропогенної енергії. Відомо, що технологія вирощування сої є енергоощадною, якщо $K_{ee} > 1$. За нашими розрахунками, найбільш енергетично ефективною було обробка регуляторами росту на початок та кінець фаз цвітіння. Максимальний K_{ee} (3,89) отримано за обробки посіву Атонік Плюс. Вихід енергії з урожаєм становив понад 59 тис. Мдж, що на 23,6 % більше за контроль. Наступним за енергетичною ефективністю був препарат Мегафол, який забезпечив співвідношення отриманої з продукцією енергії до витраченої на рівні 3,65–3,78.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Найбільшу площу листкової поверхні (39,35–36,92 тис. м²/га) сформовано рослинами за обробки у стадію ВВСН 61 та подвійного застосування у ВВСН 61+69. Максимальну асиміляційну поверхню отримано за обробки Атонік Плюс, Ікс-сайт, Мегафол та Біофордж (36,61–39,23 тис. м²/га).

2. Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню вмісту хлорофілу порівняно з контролем. Незначне підвищення вмісту хлорофілу (42,55 SPAD- одиниць та 3,05 мг/г) визначено за внесення у ВВСН 69. У середньому найвищий вміст пігментів отримано за застосування Атонік Плюс (42,87 та 3,10 мг/г) та Біофордж (42,57 та 3,06 мг/г), але за результатами дисперсійного аналізу суттєвої різниці не виявлено.

3. Максимальну кількість бульбочок сформовано за обробки в більш ранню стадію ВВСН 61 (364,4 шт.) та подвійного застосування у ВВСН 61 + 69 (362,6 шт. з найбільшою загальною масою 23,66 г). Виявлено позитивний вплив на кількість та масу бульбочок за застосування Атонік Плюс (415,7 шт. масою 33,11 г.), Стимуляте (384,6 шт. масою 20,80 г.) та Мегафолу (381,1 шт. масою 25,91 г.). Наочна тенденція до підвищення ваги однієї бульбочки за застосування РРР у більш пізню фазу (у ВВСН 61 – 0,058 г, в ВВСН 69 – 0,068 г).

4. Найбільшу врожайність отримано на варіантах за двократного внесення мікростадії ВВСН 61 + 69 (3,40 т/га). У середньому на варіантах за однократного внесення регуляторів росту в ВВСН 61 (3,33 т/га), а ВВСН 69 (3,27 т/га). За результатами дисперсійного аналізу виявлено суттєву прибавку врожаю за внесення Мегафол (3,56 т/га), Атонік Плюс (3,52 т/га) та Стимуляте (3,45 т/га) порівняно з контролем (3,14 т/га) (Duncan test₀₅ = 0,16 т/га).

5. У середньому найбільш виповнене зерно (маса 1000 шт. – 192,9 г) було сформоване за двократного застосування препаратів у мікростадії ВВСН 61 та ВВСН 69. Однократне внесення регуляторів росту рослин

забезпечило формування зерна масою 1000 шт. – 180,5 г (ВВСН 61) та 184,8 г (ВВСН 69). Найбільшу ефективність виявлено за застосування Атонік Плюс, Мегафол, Вермистим Д та Стимуляте (187,3–188,9 г). На контролі було сформовано зерномасою 1000 шт. – 183,9 г.

6. За результатами біохімічного аналізу виявлено, що вміст білка варіював від 33,2 до 36,5 %. Найбільш ефективним виявився Атонік Плюс (36,0 %). Олійність зерна була вищою за застосування препаратів у ВВСН 69 (20,0 %) порівняно з ВВСН 61 (19,7 %). Найбільший вплив на вміст олії виявлено на варіанті за обробки рослин Ікс-сайт, Біофордж та Стимуляте (20,1– 20,2 %). На рівні контрольного варіанта (19,4 %) накопичено олії за застосування Альбіт ТПС та Атонік Плюс (19,6 %).

7. Найвищий збір білка (1,2 т/га) отримано за двократного застосування препаратів у мікростадії ВВСН 61 + 69. Деякі менші показники були розраховані за однократного внесення у ВВСН 61 – 1,16 т/га та ВВСН 69 – 1,14 т/га. Найбільш ефективними серед досліджуваних регуляторів росту виявилися: Атонік Плюс – 1,27 т/га та Мегафол – 1,26 т/га. Мінімальний вихід білка було розраховано на контролі – 1,08 т/га.

8. Максимальний збір олії з одного гектара отримано за застосування препаратів на початку та в кінці цвітіння 0,68 т/га. За однократного внесення збір олії був меншим у ВВСН 61 – 0,66 т/га та ВВСН 69 – 0,68 т/га. У середньому найбільший вихід олії з одного гектара було отримано за обробки посівів Мегафолом – 0,71 т/га; Стимуляте – 0,70 т/га та Атонік Плюс – 0,69 т/га. Найменший збір олії було отримано на контрольному варіанті – 0,61 та за внесення Альбіт ТПС – 0,62 т/га.

9. За результатами економічних розрахунків виявлено, що внесення регуляторів росту впливало на показники економічної ефективності вирощування сої сорту Діадема Поділля. Рентабельність варіювала від 14,5 % до 45,6 %, а умовно чистий прибуток змінювався в межах 2498–7345 грн з одиниці площі, собівартість тонни зерна була на рівні 5425–6678 грн. Максимальний рівень рентабельності (45,6 %) було розраховано на варіанті

за внесення Атонік Плюс у мікростадію ВВСН 61. На цьому варіанті отримано максимальний рівень умовно чистого прибутку – 7345 грн/га. Схожа тенденція збереглася і за двократного застосування регуляторів росту у ВВСН 61 + 69. Маса умовно чистого прибутку становила 7136 грн/га за застосування регуляторів росту Атонік Плюс та Мегафол.

10. Найбільшу енергетичну ефективність розраховано за внесення регуляторів росту на початок та кінець фаз цвітіння. Максимальний Кее (3,89) було отримано за обробки посіву Атонік Плюс. Вихід енергії з урожаєм становив понад 59 тис. Мдж, що на 23,6 % більше, ніж на контрольному варіанті. Наступним за енергетичною ефективністю був препарат Мегафол, який забезпечив співвідношення отриманої з продукцією енергії до витраченої на рівні 3,65–3,78.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для Правобережного Лісостепу України для зменшення впливу стресових факторів та підвищення продуктивності сої рекомендуємо проводити двократну обробку посівів на початку та в кінці цвітіння (ВВСН 61 + 69) регуляторами росту з антистресовою дією Атонік Плюс та Мегафол, які забезпечили формування максимального врожаю (3,66–3,68 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України / Є. М. Огурцов, В. Г. Міхеев, Ю. В. Белінський, І. В. Клименко. Х.: ХНАУ, 2016. 268 с.
2. Альтергот В. Ф., Мордкович С. С., Игнатъев Л. А. Принципы оценки засухо- и жароустойчивости растений : Методы устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды; под ред. Г. В. Удовенко. Л. Колос, 1976. С. 6–17.
3. Анішин Л. А., Жилкін В. О., Пономаренко С. П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. К., 2000. 32 с.
4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 71. С. 12–27.
5. Бабич А. О., Іванюк С. В., Коханюк Н. В. Ідентифікація рослин за вегетативними ознаками в селекції сої. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 76. С. 3–7.
6. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59–62.
7. Білявська Л. Г. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 101. С. 9–15.
8. Волкогон В. В., Сальник В. П. Значення регуляторів росту у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціації. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. № 3, т. 37. С. 187–197.
9. Гадзовський Г. Л., Новицька Н. В. Вміст хлорофілу в листках рослин та урожайність сої за внесення халатних мікродобрих. Таврійський науковий вісник. 2014. № 105. С. 34.
10. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуюча

здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України. Вісник ЖНАУ. 2014. № 39, т. 1. С. 17–23.

11. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Дідора Л. Д. Ефективність симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Полісся України. Вісник аграрної науки. 2015. № 8. С. 56–60.

12. Заєць С. О., Нетіс В. І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. Зрошуваче землеробство. 2016. Вип. 66. С. 60–62.

13. Іващенко О. О. Проблеми стресів у рослин і способи їх подолання. Вісник аграрної науки. 2023 . № 7. С. 27–35.

14. Кабанець В. М., Собко М. Г., Мурач О. М. Функціонування симбіозу «*Jaropisum – соя*» і врожайність сої за впливу ризогуміну та фізіологічно активних речовин. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 58–66.

15. Каленська С. М. Формування площі листової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення /С. М. Каленська., Н. В.Новицька,О. В. Джемесюк. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2016. № 3. С. 6–10.

16. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В., Холодченко Р. М. Фотосинтетична діяльність посівів сої на чорноземах типових /С. М.Каленська, Н. В Новицька, Д. В Андрієць, Р. М Холодченко. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : Серія «Агрономія». 2011. Вип. 162, Ч. 1.С. 82–89.

17. Клименко І. В. Вплив регуляторів росту рослин, мінеральних добрив на врожайність сої залежно від сортів та краплинного зрошення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. Харків, 2016. 20 с.

18. Козючко А. Г. Ефективність впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами та регуляторами росту рослин «Вимпел» на асиміляційні процеси сої сорту Аннушка у фазу цвітіння /Korszer űműszerek es algoritmusai tapasztalati es elméleti tudomanyos kutatasi. Hang SZAKASZVI. BIOLÓGIAI TUDOMÁNYOK. 2020. Budapest,

Magyarország. S.82-85. URL: <https://doi.org/10.36074/18.09.2020.v2.15> (дата звернення 15.12. 2020 р.).

19. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Фабіянський Д. О. Особливості формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2009. Вип. 64. С. 55-61.

20. Колупаєв Ю. Є. Основи фізіології стійкості рослин: Курс лекцій. Харків, 2010. С. 5.

21. Конончук О. Б. Вплив регуляторів росту рослин Регоплан і Стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної / О. Б. Конончук, С. В. Пίδα. Физиология растений и генетика. 2022. Т 50, № 1 С. 59-64.

22. Концепція стресу рослин. URL: https://pidru4niki.com/86608/ekologiya/kontseptsiya_stresu_roslin (дата звернення 2. 01. 2021 р.).

23. Коць С. Я., Грищук О. О. Фітогормони у формуванні та функціонуванні симбіотичних взаємовідносин бобових рослин і бульбочкових бактерій. Физиология растений и генетика. 2015. № 3. С. 187206.

24. Лихочвор В. В. Формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сортів сої залежно від строку сівби в умовах достатнього зволоження /В. В. Лихочвор, В. М. Щербачук, Р. М. Панасюк, О. В. Панасюк. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 108–112.

25. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Білокінь В. О., Кубрак Т. М. Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на фотосинтетичну та симбіотичну активність рослин сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2022. № 9 (36). С. 64–68.

26. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113 (4). С. 85–91.

27. Міхеєв В. Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах лівобережного лісостепу України : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук, Харківський національний університет ім. В. В. Докучаєва. Харків, 2023 . С. 9–17.
28. Мостов'як І. І., Кравченко О.В, Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянта у Правобережному лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. № 2, 2022. С.21–24.
29. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. Таврійський Вісник, Херсон, 2022. С.77– 83.
30. Петриченко В. Ф., Іванюк С. І. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. Аграрний тиждень. 2010. № 9. С. 12.
31. Приседський Ю. Г. Стійкість рослин : підручник для студентів спеціальності «Біологія» вищих навчальних закладів. Вінниця. 2017. С. 5.
32. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту та стимуляторів росту на ріст, розвиток, водоспоживання та врожайність сої. Корми і кормовиробництво. 2017. Вип. 83. С. 79–84.
33. Січкач В. І., Ляшок А. К., Мусич В. М. Фізіологічна реакція сортів сої на посуху і підвищену температуру. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. Т. 33. № 6. С. 497–503.27.
34. Січкач В. І., Пасічник С. М. Генетико-фізіологічні основи стійкості зернобобових культур до посухи. Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. 2022. Т. 16, № 1. С. 35–51.
35. Темрієнко О. О. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу правобережного. Наукові доповіді НУБіП України. № 3 (73). 2022. URL: <http://dx.doi.org/10.31.548/dopovidi2022.03> (дата звернення 3.01.2021 р.).
36. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої

залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 3. С. 25–32.

37. Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту та біопрепаратів на продуктивність сої в Степу України. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика. 2023 . С.232–235.

38. Фази стресу рослин та способи захисту від нього. UR: <http://agro-yug.com.ua/archives/24982> (дата звернення 5.01.2021 р.).

39. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М. Г. Василенко та ін. Агроекологічний журнал. 2022. № 1. С. 96–101.

40. Description of the environmental damage on soybean seeds / M. R. Arango, R. M. Craviotto and others. Seed Science and Technology. 2006. Vol. 34. P. 133–141.

41. Eckhardt U., Grimm B., Hörtensteiner S. Recent advances in chlorophyll biosynthesis and breakdown in higher plants. Plant Mol. Biol. 2004. 56. P. 1–14.

42. Melnyk A. V., Akuaku J., Makarchuk A. V. Effect of foliar fertilizers in reducing stress in sunflower plants under conditions of climate change in the Forest- Steppe of Ukraine / A. V. Melnyk, J. Akuaku, A. V. Makarchuk // 11th International Conference «Plant Functioning Under Environmental Stress». Krakov. 2022. P. 134.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Результати дисперсійного аналізу за показником урожайність зерна залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією
(програма Statistica–10)

	SS	DF	MS	F	P
Factor A	,211	2	,105	19,91	,000*
Factor B	1,816	7	,259	49,04	,000*
Factor AB	,488	14	,035	6,59	,000*

ФАКТОР А

Factor A; LS Means (Kubrak_2022-2023) Current effect: F(2, 48)=19,912, p=,00000 Effective hypothesis decomposition

	Factor A	Yeild, th/h - Mean	Yeild, th/h - Std.Err.	Yeild, th/h - -95,00%	Yeild, th/h - +95,00%
1	BBCH 61	3,332917	0,014847	3,303065	3,362768
2	BBCH 69	3,266250	0,014847	3,236398	3,296102
3	BBCH 61+69	3,398750	0,014847	3,368898	3,428602

ФАКТОР В

Factor B; LS Means (Kubrak_2022-2023) Current effect: F(7, 48)=49,042, p=0,0000 Effective hypothesis decomposition

	Factor B	Yeild, th/h - Mean	Yeild, th/h - Std.Err.	Yeild, th/h - -95,00%	Yeild, th/h - +95,00%
1	Control	3,136667	0,024245	3,087919	3,185414
2	Albit	3,142222	0,024245	3,093475	3,190970
3	X-site	3,397778	0,024245	3,349030	3,446525
4	Atonic Plus	3,518889	0,024245	3,470142	3,567636
5	Megafol	3,555556	0,024245	3,506808	3,604303
6	Bioforge	3,282222	0,024245	3,233475	3,330970
7	Vermystym D	3,181111	0,024245	3,132364	3,229858
8	Stimulate	3,446667	0,024245	3,397919	3,495414

Розраховані Duncan test₀₅ урожайності насіння сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією

	Step 1	Step 2
Factor A	0,042190	0,044409
Factor B	0,068896	0,072520
Factor AB	0,119331	0,125608

ДОДАТОК Б

Шкала росту та розвитку рослин сої за ВВСН

Шкала Задокса (ВВСН)	Шкала Шнейгера та Міллера	Детальний опис
00-08	VE	Проростання насіння. Сім'ядолі видно на поверхні ґрунту
09	VC	На поверхні ґрунту з'являються сім'ядольні листочки. Чотири сплячих точки росту видно в основі черешка сім'ядольних листків.
11	V1	Визначається появою перших трійчастих листків. Другий справжній вузол, але перший, з якого виходять трійчасті листки. З'являються бульбочки. Кожна нова стадія настає через 5 днів в оптимальних температурних умовах.
12	V2	Поява другого трійчастого листка. Бульбочки активно фіксують азот. Сім'ядолі відпадають. Швидкий ріст коріння.
13	V3- Vn	Поява третього трійчастого листка та наступних. Зростання кількості бульбочок на корінні. В цей період зазвичай виникають симптоми дефіциту заліза (якщо такий присутній). На нижніх вузлах починають розвиватися бічні гілки. Остаточна кількість вузлів на рослині закладається під час фази V5.
61	R1	Початок цвітіння. Щонайменше одна квітна на вузол.
65	R2	Повне цвітіння. Відкрита квітна на одному з двох найвищих вузлів головного стебла з повністю розвиненими листками.
69	R3	Початок закладання бобів. Довжина бобу 0,5см на одному з чотирьох найвищих вузлів головного стебла.
71	R4	Повний розвиток бобів. Довжина бобу 1,9 см на одному з чотирьох найвищих вузлів головного стебла. Найбільш критичний період у формуванні насіння. Будь-який стрес може призвести до великої втрати врожайності, ніж під час інших фаз розвитку.
72	R5	Початок формування насіння. Насіння в одному з чотирьох найвищих вузлів головного стебла з повністю розвиненим листям.
79	R6	Насіння повністю сформоване. Насіння зеленого кольору в бобі на одному з чотирьох найвищих вузлів.
80	R7	Початок дозрівання. Один нормальний біб на головному стеблі досягає свого зрілого кольору. На цьому етапі пошкодження морозом не завдають шкоди рослинам.
90	R8	Повне дозрівання. 95 % бобів на рослині досягли свого зрілого кольору. Потрібно приблизно від 5 до 10 днів гарної сухої погоди, щоб досягти вологості менше 15%.