

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РОМАНЬКО АНАСТАСІЯ ЮРІЇВНА

УДК 633.34:631.8

ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД
ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ
ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 «Агрономія»

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело
А. Ю. Романько

Науковий керівник: Мельник Андрій Васильович,
доктор с.-г. наук, професор

Суми – 2021

АНОТАЦІЯ

Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Сумський національний аграрний університет, Міністерство освіти і науки України, Суми, 2021.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Сучасні природно-кліматичні умови дозволяють вирощувати сою майже на всій території України. Вдосконалення технології вирощування та правильний добір сортів обумовили підвищення врожайності за останнє десятиріччя в середньому з 1,5 до 2,3 т/га. Сорт є одним із найбільш доступних виробництву агрозаходів зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень урожайності сільськогосподарських культур і найбільшою мірою забезпечує її пластичність до конкретних умов вирощування. Правильний вибір сорту – одна із вирішальних умов одержання максимального урожаю в конкретних природно-кліматичних умовах.

Водночас за останніх тенденцій зміни клімату перед науковцями постає завдання щодо розробки технологій вирощування, здатних забезпечити підвищення врожайності та покращення якості. Важливою складовою підвищення врожаю та поліпшення якості насіння сої є застосування оптимальної системи живлення, використання сучасних високоефективних регуляторів росту рослин. Механізм впливу позакореневого підживлення регуляторами росту з антистрессовою дією на фотосинтетичну, симбіотичну активність та продуктивність рослин не вивчався, що робить дослідження в цьому напрямі актуальними.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше виявлено особливості формування врожаю сортів сої вітчизняної та іноземної селекції, його стабільності та пластичності у різних агрокліматичних умовах України. Визначено вплив регуляторів росту з антистрессовою дією на продуктивність

рослин та якість врожаю. Оптимізовано технологію вирощування сої для умов північно-східного Лісостепу України. Набули подальшого розвитку питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, показники продуктивності, врожайності, збору білка та олії залежно від сорту, застосування регуляторів росту з антистресовою дією. Обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність застосування регуляторів росту з антистресовою дією за вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано технологію вирощування сої, що забезпечує врожай насіння на рівні 3,10–3,38 т/га. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ДП ДГ «Іскра Інституту сільського господарства північного сходу НААНУ», ФГ «Астерра +» та СФГ «Перлина» на загальній площі 125 га.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукового завдання щодо оптимізації технології вирощування сої. В основу технології покладено вивчення таких факторів, як: пластичність та стабільність сортів щодо вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах, вплив регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність сої в умовах північно-східного Лісостепу України.

Виявлено, що основою збільшення виробництва сої в Україні є зростання урожайності з 1,62 т/га у 2010 р. до 2,58 т/га у 2018 р. через використання у виробництві сучасних сортів інтенсивного типу. Водночас генетичний потенціал сучасних сортів сої становить 4–5 т/га, проте його реалізація у виробничих умовах складає менше 50%. Розкриття потенціалу культури сої залежить від продуктивності сортів, складових технології вирощування та ґрунтово-кліматичних умов. Сорт є ключовим фактором підвищення інтенсифікації виробництва сої.

Одним із резервів збільшення врожайності сої є регулятори росту рослин, які поряд з екологічною безпечністю є найбільш економічними і не потребують додаткових матеріальних ресурсів. Застосування регуляторів

росту рослин у посівах сприяє підвищенню ефективності рослинництва. Вони підвищують посухостійкість, стійкість рослин до стресових ситуацій, стійкість до хвороб, стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують якість урожаю, що визначає актуальність досліджень у цьому напрямі.

Вибір кращих сортів має бути науково обґрунтованим, із урахуванням характеристики екологічної пластичності, стабільності та потенціалу адаптивності нових сортів. Виявлено, що найвищими показниками стресостійкості характеризувалися сорти сої Атланта і Ліссабон (-1,16). Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,23 до 2,35. До цієї категорії потрапили сорти Кофу, Білявка, Амадеус, Асука, Кордоба, Аляска, Кіото, Падуа, що за результатами проведених розрахунків належать до генотипів інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Високою стабільністю урожайності виділялися сорти з показниками S_i^2 , близькими до нуля (Вежа, Білявка, Княжна, Атланта), тобто з середньою пластичністю. Загальна адаптивна здатність виявилася вищою у найбільш урожайних сортів Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Кент (0,36). Вища гомеостатичність ознаки «врожайність» була у сортів Кент (5,89), Атланта (5,62), Самородок (5,15) і Ліссабон (5,09).

Для підвищення ефективності вирощування та стабільності господарсько-економічних показників культури сої в умовах України рекомендуємо: використовувати в Сумській області – скоростиглі сорти (Асука), ранньостиглі (Мерлін, Кіото) і середньоранні (Ліссабон). У Тернопільській області – скоростиглі сорти (Кофу), ранньостиглі (Кіото, Мерлін), середньоранні (Кордоба) і середньостиглі (Кент). У Миколаївській області – скоростиглі сорти (Асука), ранньостиглі (Мерлін, Кіото) і середньостиглі (Кент).

За результатами досліджень вивчення впливу застосування регуляторів росту на проходження фаз розвитку в умовах північно-східного Лісостепу України виявили незначне запізнення порівняно з контролем на

варіантах за обробки Атонік Плюс та Вермистим Д (2–4 доби) на фазу повної стиглості. Визначено, що на варіантах, де застосовували обробку регуляторами росту, збереглося на 6,7–16,9 тис. шт./га рослин більше порівняно з контролем. Максимальна густота рослин (563,7 тис. шт./га) збереглася перед збиранням на варіанті за застосування Атонік Плюс та Стимуляте. Мінімальні показники були на контрольних варіантах (546,8 тис. шт./га). Показники висоти рослин були найвищими за внесення регуляторів росту з антистресовою дією у ВВСН₆₁, зокрема найкращі результати отримали на варіантах: Атонік Плюс – 32,6 см, що на 11,06 см більше, ніж на контрольному варіанті. Також високі темпи приросту за 14 днів були отримані за застосування Мегафолу та Вермистиму Д (30,8 см та 29,6 см відповідно). За внесення регуляторів росту в 69-ту мікростадію найвищі результати абсолютного приросту спостерігались на варіанті Ікс-сайт – 27,63 см, Стимуляте – 26,91 см та Атонік Плюс – 25,88 см. За подвійної обробки рослин сої на 61-й та 69-й мікростадії визначено, що найбільші показники приросту виявлені у варіантів Атонік Плюс – 27,56 см, Мегафол – 26,58 см та Біофордз – 24,2 см. У фазу повного цвітіння найбільшу площу листової поверхні (36,95 тис. м²/га) було отримано за подвійного внесення препаратів (ВВСН₆₁₊₆₉), серед препаратів найбільшу площу листової поверхні (34,20–34,94 тис. м²/га) було сформовано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Мегафол та Біофордз. За обліків на час наливу зерна максимальні показники площі листової поверхні (42,03–42,76 тис. м²/га) було отримано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Вермистим Д та Стимуляте. Визначено, що при внесенні регуляторів росту у ВВСН₆₁ вміст хлорофілу становив 42,95 Spad-одиниць. Найвищі показники отримано на варіантах за обробки рослин Атонік Плюс (43,9) та Біофордз (44,9), що вище контролю на 2,3 та 3,3 Spad-одиниць відповідно. Мінімальний ефект мало внесення Ікс-сайт (0,4). За внесення PPP у 69-ту мікростадію найбільший показник виявлено на варіантах Мегафол (44,1) та

Атонік Плюс (43,8). Мінімальні значення (42,0) отримано за аналізу листків сої, оброблених Альбіт ТПС та Вермистим Д.

Установлено, що за внесення регуляторів росту рослин у ВВСН₆₉ у середньому було сформовано меншу кількість бульбочок порівняно з обробкою у фазу ВВСН₆₁ (297,06 шт.) та незначне підвищення їх загальної маси до 19,72 г. Виявлено зростання симбіотичної активності рослин сої за застосування Атонік Плюс (394 шт. бульбочок масою 29,6 г.), Стимуляте (346 шт. бульбочок масою 20,5 г.) та Вермистим Д (332,5 шт. бульбочок масою 17,8 г.). Наявний інгібітуючий ефект на симбіотичну активність від внесення Альбіт ТПС (242,5 шт. бульбочок масою 16,3 г.), що нижче на 14% відносно контролю. Слід відмітити підвищення ваги однієї бульбочки за застосування регуляторів на більш пізню 69-ту мікростадію. Розрахована маса однієї бульбочки у середньому за фактором А становила 0,066 г. та варіювала від 0,054 до 0,077 г.

Максимальну кількість плодів (15,74 шт.) було виявлено за дворазового застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Найбільшу ефективність було виявлено за внесення Мегафол та Стимуляте (15,14–15,15 шт.). У середньому маса зерна з однієї рослини була максимальною за внесення препаратів у ВВСН₆₁ та дворазового внесення ВВСН₆₁₊₆₉. Виявлено, що найвищу ефективність на кількість зерна з однієї рослини мав показник (28,33 шт.) за застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁.

Виявлено більш високу ефективність за двократного внесення ВВСН₆₁₊₆₉, де отримано найвищу середню врожайність (3,07 т/га). За однократного внесення препаратів у ВВСН₆₁ – 2,97 т/га, а ВВСН₆₉ – 2,86 т/га. Максимальну врожайність отримали на варіанті, де застосовували Атонік Плюс (3,32 т/га). Дещо меншу врожайність (від 3,0 до 3,24 т/га) мали варіанти за внесення Стимуляте та Мегафол. Мінімальна прибавка врожаю від контролю (0,26 т/га) була отримана за застосування Альбіт ТПС. Найменшу врожайність насіння було сформовано на контролі (2,86 т/га).

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що найбільший вплив (54,6%) на формування врожайності мав фактор А «варіанти обробки регуляторами росту рослин». Дещо менший вплив було розраховано для фактора В «умови року» (33,8%). Частка впливу фактора «строк внесення» становила 4,6%, взаємодія факторів А та В становила 7,0%.

За допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir 2700 визначено вміст білка та олії в насінні досліджуваних варіантів. Отже, максимальний вміст білка (36,44%) мало зерно, сформоване на варіантах за двократного внесення регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Дещо менший вміст білка (36,26%) було отримано за внесення у ВВСН₆₉. Мінімальний вміст білка (35,97%) було розраховано у середньому на варіантах за обробки рослин у ВВСН₆₁. За фактором В слід відзначити підвищення вмісту білка (37,13%) лише на варіанті за застосування Атонік Плюс. Зерно, зібране з решти варіантів за застосування РРР, суттєво не відрізнялось від контролю (35,59–36,78%). Виявлений незначний вплив на вміст олії (20,63–20,78%) за внесення регуляторів росту в ВВСН₆₉ та двократного внесення в ВВСН₆₁₊₆₉. Однократна обробка у ВВСН₆₁ забезпечила формування насіння з олійністю (20,15%). Проведені біохімічні дослідження не виявили суттєвого варіювання вмісту олії за застосування регуляторів росту.

Аналіз показників економічної ефективності виявив, що максимальні рівні рентабельності (40–42%) було отримано за внесення регуляторів росту Атонік Плюс та Мегафол. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (7 031 грн/га) було отримано під час вирощування сої за застосування комплексної обробки регулятора росту Атонік Плюс у фазі ВВСН₆₁₊₆₉.

Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 3,42–3,83$) забезпечила комбінована обробка на початку та в кінці цвітіння (ВВСН₆₁₊₆₉) препаратом Атонік Плюс.

Ключові слова: соя, сорти, стабільність, пластичність, регулятори росту рослин, продуктивність, вміст білка, олійність зерна, економічна та енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. **Романько А. Ю.** Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. № 2 (33). С. 120–123.

2. 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*. 2018. № 9 (36). С. 64–68 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 60%).

3. Мельник А. В., Романько Ю. О., **Романько А. Ю.**, Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (1). С. 76–83 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 50%).

4. Мельник А. В., Романько Ю. О., **Романько А. Ю.** Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113 (4). С. 85–91. (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 60%).

Статті в закордонних виданнях:

5. Melnyk A. V., **Romanko A. Y.**, Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe)*. 2020. № 1 (53). P. 50–55 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 50%).

Тези наукових доповідей:

6. **Романько А. Ю.** Динаміка виробництва сої в Україні та на Сумщині : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 25–26 травня 2017 р. Суми, 2017. С. 127–128.

7. **Романько А. Ю.** Перспективи вирощування сої на Україні в умовах зміни клімату. *Молодежь и инновации – 2017* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, г. Горки, 1–3 июня 2017 г., Горки, Республіка Беларусь. С. 58–60.

8. Романько Ю. О., **Романько А. Ю.** Вплив обробки насіння на симбіотичну активність сої в умовах ННБК Сумського НАУ : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 24–25 травня 2018 р., Суми, 2018. С. 143–144 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).

9. Мельник Т. І., Романько Ю. О., **Романько А. Ю.**, Кубрак Т. М. Вплив регуляторів росту на формування врожайності рослин сої в Лівобережному Лісостепу України : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 24–25 травня 2019 р., Суми, 2019. – С. 120–121 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70 %).

10. Мельник А. В., Дудка А. А., **Романько А. Ю.** Сучасні мікродобрива для позакореневого підживлення сої. *Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25–26 вересня 2019 р., Київ. 2019. С. 21–22 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 50%).

11. **Романько А. Ю.**, Дудка А. А., Білокінь В. О. Урожайність сучасних сортів сої залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали IV Міжнародної науково-

практичної конференції, м. Дніпро, 20 листопада 2019 р., Дніпро, 2019. С. 178–181 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 70%).

12. Романько Ю. О., **Романько А. Ю.**, Білокінь В. О., Бруньов М. І. Екологічна еластичність продуктивності сортів сої залежно від кліматичних факторів України : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 25–26 травня 2020 р., Суми, 2020. С. 41–42 (Особистий внесок – збір даних, узагальнення отриманих результатів, участь автора – 65%).

13. Дудка А. А., **Романько А. Ю.**, Бруньов М. І. Сучасні рішення для живлення рослин сої в умовах зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, червень 2020 р. Київ, 2020. 133–136 (Особистий внесок – узагальнення отриманих результатів, участь автора – 40%).

ANNOTATION

Romanko A. Yu. Formation of soybean productivity depending on the elements of cultivation technology under the conditions of the northeastern Forest-steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Doctor Philosophy (PhD): Specialty 201 “Agronomy”. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Sumy, 2021.

The rationale for choosing the research topic. Current natural and climatic conditions allow growing soybeans almost all over Ukraine. Improvement of cultivation technology and correct selection of varieties have led to an increase in the yield capacity over the past decade from 1.5 to 2.3 t / ha on average. A variety is one of the most accessible measures to agricultural production to reduce the negative impact of environmental limiting factors of influence on the level of crop yield capacity and to the greatest extent ensures its plasticity to specific growing conditions. The right choice of a variety is one of the decisive conditions for obtaining maximum yields under specific climatic conditions.

At the same time, with the latest trends in climate change, scientists are faced with the task of developing cultivation technologies that can increase yield capacity and improve the quality. An important component of increasing the yield and improving the quality of soybean seeds is the use of optimal nutrition, the use of modern highly effective plant growth regulators. The study of the mechanism of influence of foliar feeding by anti-stress growth regulators on photosynthetic, symbiotic activity, and plant productivity was not carried out, which makes the research in this area relevant.

The scientific novelty of the obtained results. For the first time, the peculiarities of the formation of the yield of soybean varieties of domestic and foreign selection, its stability and plasticity under different agro-climatic conditions of Ukraine have been revealed. The influence of anti-stress growth regulators on plant productivity and crop quality is determined. The technology of soybean cultivation has been optimized for the conditions of the northeastern

Forest-Steppe of Ukraine. The issues of the influence of weather conditions on the peculiarities of growth, development, productivity, yield capacity, protein and oil collection depending on the variety, and the use of anti-stress growth regulators have been further developed. The economic and energy efficiency of the use of anti-stress growth regulators in soybean cultivation has been substantiated.

The practical significance of the obtained results. The technology of soybean cultivation is recommended for production, which provides seed yield at the level of 3.10–3.38 t / ha. The main elements of the research were tested and implemented on the farms of Sumy and Poltava regions, in particular, at the Iskra State Enterprise of the Institute of Agriculture of the Northeast NAASU, Asterra +Farm Enterprise, and Perlyna Farm Enterprise on a total area of 125 hectares.

In the thesis, the theoretical generalization and the solution of a scientific task concerning the optimization of technology of cultivation of soybeans are presented. The technology is based on the study of such factors as plasticity and stability of varieties for growing in different soil and climatic zones, the influence of anti-stress growth regulators on soybean performance in the northeastern Forest-Steppe of Ukraine.

It is worth noting that the basis for increasing soybean production in Ukraine is the increase in yield capacity from 1.62 t / ha in 2010 to 2.58 t / ha in 2018 due to the use of modern intensive type varieties in the production. At the same time, the genetic potential of modern soybean varieties is 4-5 t / ha, but its implementation in production conditions is less than 50%. The fulfillment of soybean crop potential depends on the productivity of varieties, components of cultivation technology, and soil and climatic conditions. The variety is a key factor in increasing the intensification of soybean production.

One of the reserves for increasing soybean yields is plant growth regulators. Along with environmental safety, they are the most economical and do not require additional material resources. The use of plant growth regulators in crop production helps increase the performance of crop production. They increase

drought resistance, the resistance of plants to stressful situations, and the resistance to diseases, stimulate growth and development of plants, and improve the quality of the crop. All these factors determine the relevance of the research in this area.

The choice of the best varieties should be scientifically substantiated, taking into account the characteristics of ecological plasticity, stability, and adaptability potential of new varieties. The highest stress resistance has been found in Atlanta and Lisbon soybean varieties (-1.16). High plasticity, i.e. wide ecological adaptability has been distinguished in the varieties with a regression coefficient from 1.23 to 2.35. This category includes the varieties of Kofu, Bilyavka, Amadeus, Asuka, Cordoba, Alaska, Kyoto, Padua, which, according to the results of the calculations, belong to the genotypes of intensive type with an increased response to the improved growing conditions. The varieties with S_i2 indicators close to zero (Vezha, Bilyavka, Knyazhna, Atlanta), i.e. with average plasticity, have been distinguished by their high yield stability. The overall adaptive capacity was higher in the most productive varieties of Merlin (0.51), Kyoto (0.46), and Kent (0.36). The varieties of Kent (5.89), Atlanta (5.62), Samorodok (5.15), and Lisbon (5.09) had higher homeostatic traits.

To increase the efficiency of cultivation and stability of economic indicators of soybean culture in Ukraine, we recommend using in the Sumy region the early-ripening (Asuka), early-season (Merlin, Kyoto), and mid-early varieties (Lisbon). In the Ternopil region – the early-ripening (Kofu), early-season (Kyoto, Merlin), mid-early (Cordoba), and mid-ripening varieties (Kent). In the Mykolaiv region – early-ripening (Asuka), early-season (Merlin, Kyoto), and mid-ripening varieties (Kent).

According to the results of the research, studying the influence of growth regulators on the development phases under the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine, a slight delay was found in comparison with the control of Atonic Plus and Vermystym D (2–4 days) on the phase of full maturity. It was determined that 6.7–16.9 thousand units / ha more plants survived in the variants where the growth regulators treatment was applied. The maximum density of plants

(563.7 thousand pieces / ha) was preserved before harvesting on the variant with the use of Atonic Plus and Stimulate. The minimum indicators were on the control variants (546.8 thousand units / ha). Indicators of plant height were the highest for the introduction of anti-stress growth regulators in BBCH₆₁, in particular, the best results were obtained in the variants of Atonic Plus – 32.6 cm, which is 11.06 cm more than in the control variant. Besides, high growth rates in 14 days were obtained when using Megafol and Vermystym D (30.8 cm and 29.6 cm, respectively). With the introduction of growth regulators in the 69th micro stage, the highest results of absolute growth were observed in the variant of X-site – 27.63 cm, Stymulate– 26.91 cm, and Atonic Plus – 25.88 cm. With the double treatment of soybean plants at 61st and 69thmicro stages, the biggest growth rates were found in the variants of Atonic Plus – 27.56 cm, Megafol – 26.58 cm, and Bioforge – 24.2 cm. In the phase of full flowering, the largest leaf surface area (36.95 thousand m² / ha) was obtained with double application of drugs (BBCH₆₁₊₆₉), among the chemicals, the largest leaf surface area (34.20–34.94 thousand m² / ha) was formed with the application of X-site, Atonic Plus, Megafol, and Bioforge. When accounting for the time of grain filling, the maximum indicators of the leaf surface area (42.03–42.76 thousand m² / ha) were obtained with the application of X-site, Atonic Plus, Vermystym D, and Stymulate. It was determined that the content of chlorophyll was 42.95 Spad-units when applying growth regulators to BBCH₆₁. The highest values were obtained in the variants for treatment of Atonic Plus (43.9) and Bioforge (44.9), which is higher than the control by 2.3 and 3.3 Spad-units, respectively. The minimum effect had the application of X-site (0.4). With the application of PPP in the 69thmicrostage, the highest rate was found in the variants of Megafol (44.1) and Atonic Plus (43.8). The minimum values (42.0) were obtained when analyzing soybean leaves treated with Albit TPS and Vermystym D.

It was found that the introduction of plant growth regulators in BBCH₆₉ on average formed a smaller number of tubers compared to the treatment in the phase of BBCH₆₁ (297.06 pcs.) and a slight increase in their total weight to 19.72 g. An

increase in the symbiotic activity of soybean plants was detected with the use of Atonic Plus (394 pieces of tubers weighing 29.6 g), Stymulate (346 pieces of tubers weighing 20.5 g), and Vermystym D (332.5 pieces of tubers weighing 17.8). There is an inhibitory effect on the symbiotic activity from the introduction of Albit TPS (242.5 pieces of tubers weighing 16.3 gr.), which is 14% lower than the control. It is worth noting the increase in the weight of one tuber with the use of regulators at a later 69th microstage. The calculated weight of one tuber on average by factor A was 0.066 gr. and ranged from 0.054 to 0.077 gr.

The maximum number of fruits (15.74 pcs.) was detected with the double use of growth regulators in BBCH₆₁ and BBCH₆₉. The greatest effectiveness was found with the introduction of Megafol and Stymulate (15.14-15.15 pcs.). On average, the weight of grain from one plant was maximum for the application of chemicals in BBCH₆₁ and double application of BBCH₆₁₊₆₉. The highest performance on the amount of grain from one plant was revealed (28.33 pcs.) when using growth regulators in BBCH₆₁.

Higher efficiency was revealed with double application of BBCH₆₁₊₆₉ where the highest average yield (3.07 t / ha) was obtained. With a single application of chemicals in BBCH₆₁ – 2.97 t / ha, and BBCH₆₉ – 2.86 t / ha. The maximum yield was obtained in the variant where Atonic Plus (3.32 t / ha) was used. Slightly lower yield capacity (from 3.0 to 3.24 t / ha) had the variants with the application of Stymulate and Megafol. The minimum yield increase from the control (0.26 t / ha) was obtained with the application of Albit TPS. The lowest seed yield was formed on the control (2.86 t / ha).

According to the results of the dispersive analysis, it was found that factor A “Treatment options for plant growth regulators” had the greatest influence (54.6%) on the formation of yield capacity. A slightly smaller impact was calculated for the factor B “Conditions of the year” (33.8%). The share of influence of the factor “Term of introduction” was 4.6%, the interaction of factors A and B was 7.0%.

The content of protein and oil in the seeds of the studied variants was determined using the SupNir 2700 infrared analyzer. Thus, the maximum protein

content (36.44%) was in the seeds on the variants with double application of growth regulators in BBCH₆₁ and BBCH₆₉. Slightly lower protein content (36.26%) was obtained by applying in BBCH₆₉. The minimum protein content (35.97%) was calculated on average in the variants for the application of plants in BBCH₆₁. According to factor B, an increase in protein content (37.13%) should be noted only in the case of the use of Atonic Plus. Seeds harvested from the rest of the variants applying PPP did not differ significantly from the control (35.59-36.78%). There was a slight effect on the oil content (20.63–20.78%) of the application of growth regulators in BBCH₆₉ and double application in BBCH₆₁₊₆₉. A single treatment in BBCH₆₁ provided the formation of seeds with oil content (20.15%). Biochemical studies did not reveal significant variations in oil content with the application of growth regulators.

The analysis of economic efficiency indicators revealed that the maximum levels of profitability (40–42%) were obtained with the application of growth regulators of Atonik Plus and Megafol. The maximum mass of profits per unit area (UAH 7,031 / ha) was obtained during the soybean cultivation applying the complex treatment of the growth regulator of Atonic Plus in the phase of BBCH₆₁₊₆₉.

The maximum values of the energy efficiency coefficient ($K_{ee} = 3.42-3.83$) were provided by the combined treatment at the beginning and end of flowering (BBCH₆₁₊₆₉) with Atonic Plus chemical.

Keywords: soybean, varieties, stability, plasticity, plant growth regulators, performance, protein content, seed oil content, economic and energy efficiency.

З М І С Т

ВСТУП		20
РОЗДІЛ 1.	НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ	25
1.1.	Сучасний стан і перспективи виробництва насіння сої в Україні та світі	25
1.2.	Сорт як складова технології вирощування сої	36
1.3.	Продуктивність сої залежно від застосування мікробних препаратів та регуляторів росту	49
	Висновки до розділу 1	61
	Список використаних джерел до розділу 1	63
РОЗДІЛ 2.	АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ ҐРУНТОВО- КЛІМАТИЧНИХ ЗОН УКРАЇНИ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	89
2.1.	Характеристика ґрунтового-кліматичних умов північно-східної частини Лісостепу України	89
2.2.	Характеристика ґрунтового-кліматичних умов Південного Степу України	99
2.3.	Характеристика ґрунтового-кліматичних умов Західного Лісостепу України	112
2.4.	Характеристика досліджуваних сортів сої та застосованих регуляторів росту	123
2.5.	Схема та методика проведення досліджень	131
2.6.	Агротехніка вирощування сої за роки досліджень	136
	Висновки до розділу 2	137
	Список використаних джерел до розділу 2	139

РОЗДІЛ 3.	УРОЖАЙНІСТЬ ТА АДАПТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ, ВИРОЩЕНИХ У РІЗНИХ ҐРУНТОВО- КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ	142
3.1.	Формування продуктивності сортів сої різної групи стиглості залежно від зони вирощування	142
3.1.1.	Урожайність сої, вирощеної в умовах Сумської області	144
3.1.2.	Урожайність сої, вирощеної в умовах Тернопільської області	151
3.1.3.	Урожайність сої, вирощеної в умовах Миколаївської області	157
3.2.	Параметри відповідності умов навколишнього середовища кращій реалізації біопотенціалу сортів сої	162
	Висновки до розділу 3	177
	Список використаних джерел до розділу 3	180
РОЗДІЛ 4.	РІСТ, РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ З АНТИСТРЕСОВОЮ ДІЄЮ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	183
4.1.	Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на розвиток рослин сої	183
4.2.	Висота рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією	186
4.3.	Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на площу листової поверхні та вміст хлорофілу в рослинах сої	189
4.4.	Симбіотична активність рослин сої за обробки регуляторами росту з антистресовою дією	194
4.5.	Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою	

	дією на продуктивність рослин сої	196
4.6.	Урожай та якість зерна сої залежно від обробки регуляторами росту з антистресовою дією	200
	Висновки до розділу 4	204
	Список використаних джерел до розділу 4	208
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РІСТРЕГУЛЯЦІЇ ТА АНТИСТРЕСАНТІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	211
5.1.	Економічна ефективність сої залежно від регуляторів росту з антистресовою дією	211
5.2.	Енергетична ефективність вирощування сої залежно від регуляторів росту з антистресовою дією	214
	Висновки до розділу 5	217
	Список використаної літератури до розділу 5	218
	ВИСНОВКИ	219
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	223
	ДОДАТКИ	224

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Сучасні природно-кліматичні умови дозволяють вирощувати сою майже на всій території України. Вдосконалення технології вирощування та правильний добір сортів обумовили підвищення врожайності за останнє десятиріччя у середньому з 1,5 до 2,3 т/га.

Правильний вибір сорту – одна із вирішальних умов одержання максимального урожаю. Водночас сорт є одним із найбільш доступних виробництву агрозаходів зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень урожайності сої і найбільше забезпечує пластичність культури до конкретних умов вирощування.

У процесі росту і розвитку рослини зазнають дії різних стресових факторів, які часом серйозно впливають на їх продуктивність. Фактори, які здатні спричинити стрес-реакції у рослинних організмів, можуть бути різні: дефіцит чи надлишок вологи, температури, освітленість, радіоактивне випромінювання, хімічні солі, кислотність середовища, гербіциди, вітер, тиск, пошкодження. Нині захист посівів від несприятливих факторів є одним із важливих напрямків у сільськогосподарському виробництві. Поряд з виведенням нових стійких сортів рослин значна роль належить і якісним препаратам, які формують адаптаційні якості рослини. Завдяки роботам Бабича А. О., Адаменя Ф. Ф., Петриченка В. Ф., Бахмата О. М., Січкаря В. І., Бобра М. А., Дідори В. Г., Шевнікова М. Я., Жеребко В. М., Попова С. І., Патики В. П., Огурцова Е. Н., Дерев'янського В. П., Трикіної Н. М., Золотаря Ю. В., Блащука М. І., Марущака П. Г., Чинчика О. С. та інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування сої в Україні. Водночас за останніх тенденцій зміни клімату перед науковцями постає завдання щодо створення сучасних технологій вирощування, здатних забезпечити підвищення врожайності та покращення якості продукції в конкретних природно-кліматичних умовах. Важливою складовою

підвищення врожаю та поліпшення якості насіння сої є застосування оптимальної системи живлення, використання сучасних мікробіологічних препаратів та високоефективних регуляторів росту рослин. Сучасні дослідження з вивчення цього питання були проведені Дробітько А. В., Грицаєнком З. М., Мельником А. В., Міхеєвим В. Г., Нетісом В. І. Установлено, що застосування мінеральних добрив, регуляторів росту та інокуляції насіння покращує життєдіяльність рослин, стимулює фотосинтетичні процеси, підвищує стійкість до несприятливих погодних умов, хвороб і підвищує врожайність.

Слід відзначити, що вивчення механізму впливу позакореневого підживлення регуляторами росту з антистресовою дією на фотосинтетичну, симбіотичну активність та продуктивність рослин сої не було проведено, що робить дослідження в цьому напрямі актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науково-дослідна робота виконана за завданнями тематичних планів та у рамках державної наукової теми Сумського національного аграрного університету на 2017–2019 рр. – «Розробка та удосконалення основних елементів технології вирощування сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України» (№ державної реєстрації 0109U001732) та «Особливості формування продуктивності зернобобових культур в умовах Лісостепу та Степу України» (№ державної реєстрації 0117U006536).

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягає в визначенні особливостей формування врожаю сортів сої, його стабільності та пластичності в різних агрокліматичних умовах України; пошуку шляхів підвищення продуктивності рослин сої на основі встановлення особливостей росту та розвитку, визначення економічної та біоенергетичної ефективності виробництва залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах північно-східного Лісостепу України.

Відповідно до зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- вивчити особливості формування врожаю сортів сої його стабільності та пластичності в різних агрокліматичних умовах України;
- провести оцінювання ефективності впливу регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність рослин сої;
- провести економічну та енергетичну оцінку застосування регуляторів росту з антистресовою дією за вирощування сої.

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

Предмет дослідження – сорти сої вітчизняної та іноземної селекції; регулятори росту з антистресовою дією, продуктивність рослин, погодні умови, економічна та енергетична ефективність застосування регуляторів росту з антистресовою дією за вирощування сої.

Методи дослідження Методи дослідження – візуальний – для проведення фенологічних спостережень за фазами росту і розвитку рослин; вимірально-ваговий – для визначення висоти та густоти рослин, площі листової поверхні, симбіотичної активності (кількості та маси бульбочок), продуктивності рослин сої; хімічний – для визначення якості насіння; математично-статистичний – дисперсійний та кореляційний аналіз результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної й енергетичної ефективності застосування регуляторів росту з антистресовою дією за вирощування сої.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* виявлено особливості формування врожаю сортів сої вітчизняної та іноземної селекції, його стабільності та пластичності у різних агрокліматичних умовах України. Визначено вплив регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність рослин та якість врожаю. *Оптимізовано* технологію вирощування сої для умов північно-східного Лісостепу України. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на особливості росту, розвитку, показники продуктивності, врожайності, збору білка та олії залежно від сорту,

застосування регуляторів росту з антистресовою дією. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність застосування регуляторів росту з антистресовою дією за вирощування сої.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано технологію вирощування сої, що забезпечує врожай насіння на рівні 3,10–3,38 т/га. Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в ДП ДГ «Іскра Інституту сільського господарства північного сходу НААНУ», ФГ «Астерра +» та СФГ «Перлина» на загальній площі 125 га.

Особистий внесок здобувачки полягає у пошуку, вивченні, узагальненні та систематизації відповідної літератури; виконанні основного обсягу експериментальної частини роботи, здійсненні узагальнення та математично-статистичної обробки даних (кластерний, дисперсійний, кореляційний та регресійний аналіз), інтерпретації отриманих результатів, формулюванні висновків та публікації наукових праць. Усі наукові положення дисертаційної роботи, що виносяться на захист, опрацьовано автором за безпосередньої участі наукового керівника.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження дисертації оприлюднено та обговорено на: Міжнародних науково-практичних конференціях «Гончарівські читання» (м. Суми, 2017–2020 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції «Молодежь и инновации» (г. Горки, Республіка Беларусь, 2017 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України» (м. Київ, 2019 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 2019 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 2020 р.).

Публікації. Основні положення дисертації викладено в 13 наукових працях, із них статей у фахових виданнях України – 4 (зокрема 3 – у тих, що індексуються в міжнародних наукометричних базах); закордонних виданнях – 1; тез доповідей на науково-практичних конференціях і семінарах – 8 (зокрема 1 – за кордоном).

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 261 сторінка, із них основного тексту 180 сторінок. Робота містить 36 таблиць, 17 рисунків та 36 додатків. Список використаних джерел охоплює 316 найменування, зокрема 15 латиницею.

РОЗДІЛ 1
НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ
(ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Сучасний стан і перспективи виробництва насіння сої
в Україні та світі

Серед величезної різноманітності рослинних організмів, кожен з яких унікальний, природа створила і шедеври [44]. Так, соя (*Glycine hispida* Moench) вже багато століть належить до стратегічних культур світового землеробства, задовольняє найбільш насущні потреби людини і є однією з чотирьох головних сільськогосподарських культур (кукурудза, пшениця рис, соя) світового землеробства. Це унікальна кормова, продовольча, лікарська і технічна культура. Із сої виробляють понад 400 видів продукції (соєве м'ясо, олію, соєвий сир та тофу, окару й навіть соєве молоко). У процесі технічної переробки із сої виготовляють фарби, лаки, клей, пластмасу, мило, штучні волокна тощо. Соя – цінна кормова культура. Її можна згодовувати тваринам у вигляді соєвого шроту, дерті, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу, соломи. Широко використовують сою як високобілковий компонент у змішаних посівах з кукурудзою, цукровим сорго, сорго-суданковими гібридами на силос, тобто соя – це та культура, яка широко використовується в щоденному вжитку людини [157, 195].

Феномен сої пояснюється її рідкісним хімічним складом – високою концентрацією в бобах білка – 30–55%, жиру – 13–26%, вуглеводів – 20–32%, а також вітамінів, мінеральних речовин, ферментів. У золі багато калію, фосфору, а також вітамінів (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР). За амінокислотним складом білок сої найбільш наближений до білка людини [39, 42, 100, 121, 166, 207, 209]. З урахуванням високої харчової цінності та вмісту білків соя визначена організацією ЮНЕСКО як стратегічна харчова

культура [99, 197]. Завдяки цьому соя стала однією з головних культур світового землеробства в ХХ столітті.

Соя забезпечує понад 1,2 т білка з 1 га посіву, що добре засвоюється і розчиняється у воді. За вмістом незамінних амінокислот він багатший за зерно злакових культур [30].

Сою вирощують у 91 країні світу [147], хоча важливою сільськогосподарською культурою її вважають у 50 країнах. Основні посіви сої та її виробництво зосереджені у США, Бразилії, Китаї, Аргентині, Індії, Парагваї, Канаді, Індонезії, Італії, Південній Кореї, Нігерії, Франції, Росії, Румунії, Югославії та ін. [208, 215]. Важливо, що на перші дев'ять країн, де загалом проживає 50% населення планети, припадає 96% світового обсягу виробництва сої [182].

Світова площа посіву сої в 2009 р. уперше досягла 100 млн га. Світове виробництво насіння сої, починаючи з 2004 року, перевищило позначку в 200 млн т. Тенденції значного росту спостерігаються у світовому виробництві насіння сої і за період, що досліджувався (табл. 1.1) [163].

Таблиця 1.1

Світове виробництво насіння сої за роками [79, 112]

Рік	Зібрана площа, млн га	Виробництво, млн т	Урожайність, т/га
2000	74,4	161,3	2,17
2006	95,3	221,5	2,32
2007	90,1	219,8	2,44
2008	96,4	231,1	2,40
2009	99,4	223,3	2,25
2010	102,4	264,9	2,58
2011	103,7	261,4	22,5
2012	105,3	241,2	22,3
2013	111,0	277,5	22,5
2014	117,6	306,2	22,6
2015	120,8	323,2	22,7
2016	121,8	335,5	55,8
2017	123,5	352,6	22,9

У 2017 році у світі сою вирощували на площі, що становить приблизно 123,5 млн га, зокрема: Америка – 96,2 млн га (зокрема США – 36,2; Бразилія – 33,9; Аргентина – 17,3); Азія – 19,3 млн га (Китай – 7,3; Індія – 10,6; Індонезія – 0,3); Європа – 5,6 млн га.

Нині за обсягами виробництва насіння соя займає четверте місце після пшениці, кукурудзи і рису, проте за обсягами білка – друге [201, 182].

Світове виробництво насіння сої зосереджено у трьох світових регіонах: Південній Америці (Бразилія, Аргентина, Парагвай), Північній Америці (США, Канада) та Азії (Китай, Індія). Країни-лідери виробництва насіння сої можна чітко поділити на дві групи [112]. Перша з них утримує свої лідируючі позиції за рахунок високої врожайності: США (середня урожайність 3,29 т/га), Бразилія (3,38 т/га), Канада (2,93 т/га), Аргентина (3,17 т/га), Парагвай (3,10 т/га); друга – за рахунок значних площ посівів, але в них низька врожайність культури: Китай (середня урожайність 1,79 т/га), Болівія (2,39 т/га), Україна (1,96 т/га), Індія (1,03 т/га).

Світове виробництво сої становить 352,6 млн т, і незмінно глобальними лідерами є США, Бразилія, Аргентина, які в 2017 р. зібрали рекордні 286 млн т сої, що становить 82% світового виробництва. Також до провідних виробників відносять Китай (12,9 млн т), Індію (11,5 млн т) та Парагвай (10,3 млн т). Україна займає 8-му позицію (4,4 млн т) із часткою 1% [225].

Саме соя забезпечила динамічний розвиток сільського господарства в тих країнах світу, де вона культивується на мільйонах і десятках мільйонів гектарів. Відомо, що в США за рахунок введення сої в сівозміну отримують 40 % приросту економічної ефективності сільського господарства [95].

У перспективі масштаби світового виробництва та напрями використання цієї культури розширюватимуться. За прогнозами, упродовж наступних 10 років виробництво сої зросте ще на 70–80 млн т. Таких перспектив нарощування виробництва не має жодна культура. Високі темпи й обсяги світового виробництва обумовлені зростанням на ринку попиту на сою, а також тим, що вирощування сої допомагає у вирішенні нагальних

проблем, пов'язаних зі збільшенням виробництва рослинного білка й олії, поповненням запасів ґрунтового азоту, зміцненням економіки країн [35, 165]. Це єдина культура, яка за 100 днів вегетаційного періоду може виробити стільки білка і жиру, якого не можуть синтезувати інші. Завдяки сої і продуктам її переробки можна формувати продовольчі ресурси держави і вирішувати проблему рослинного білка [217].

В Україні за площами посіву, урожайністю та валовими зборами соя є лідером серед олійних і зернових бобових культур [32, 184].

В Україні сою почали вирощувати з 1880 р.; у 1931–1932 рр. її площі досягли 200 тис. га, у 2002 р. – 98,2 тис. га [148]. За період 1997–2005 рр. валові збори культури збільшилися з 12,8 до 622 тис. т. З 1990–2005 рр. площі під соєю знову почали збільшуватися (табл. 1.2) [15, 205].

Таблиця 1.2

Динаміка площ посіву, врожайності та виробництва сої в Україні

Рік	Площа посівів, тис. га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т
1990	93	1,13	99,3
1995	25	0,97	22,3
1998	34	1,14	35,6
1999	49	1,07	45,4
2000	64,8	1,06	64,4
2001	72,9	0,96	73,9
2002	98,2	1,27	124,7
2003	189,6	1,22	231,9
2004	256,3	1,42	363,3
2005	427,0	1,43	611,5
2006	714,8	1,24	876,1
2007	665,0	1,25	831,2

У 2006 р. вони сягнули 748,0 тис. га (порівняно з 73,0 тис. га у 2001 р.). Виробництво сої збільшилося з 64,4 тис. т у 2000 р. до рекордного показника – 876,1 тис. т у 2006 р. [33, 37]. Це сталося завдяки створенню та

впровадженню у виробництво сортів сої нового покоління, розробці сортової технології їх вирощування, підвищенню попиту на сою на ринку. Україна вперше вийшла на світовий рівень нарощування білково-олійних ресурсів за рахунок сої [15, 33].

На початку XXI ст. з метою подолання проблеми білкового дефіциту та забезпечення вітчизняних галузей тваринництва та птахівництва високоякісною кормовою сировиною Міністерством аграрної політики та продовольства України спільно з Національною академією аграрних наук України було розроблено та затверджено відповідними наказами галузеві програми: «Соя України 2004», «Соя України 2005–2010», «Соя України 2008–2015», у ході реалізації яких було передбачено поступове збільшення площ посіву сої з 256,3 тис. га у 2004 р. до 1,3–2,5 млн га у 2015 р. [60, 137].

У 2000–2011 рр. виробництво сої в Україні виросло майже в 36 рази та становило 2283,2 тис. т. Україна вперше в 2009 р. подолати мільйонний рубіж за валовим збором і вийшла на перше місце серед країн Європи та СНД, а в 2010 році посіла 8 місце серед 75 сусідніх країн світу [154]. У 2015 році посіви сої в Україні досягли понад 2 млн га, а валовий збір перевищив 4 млн. т [189].

Нині сою в Україні засівають площею 1,7 млн га (табл. 1.3), у перспективі збільшення площ до 5–6 млн. Урожаї останніх років дозволили Україні ввійти до десятки найбільших світових виробників та експортерів сої [204].

Про те, що українські виробники зуміли оцінити перспективи вирощування цієї культури, свідчить зростання виробництва за останні 5 років через підвищення врожайності та розширення площ посіву [87, 93]. Так, у 2017 році під соєю було засіяно 1,99 млн га з урожайністю 1,98 т/га, що на 135 тис га більше за площі 2016 року.

Таблиця 1.3

Динаміка площі посіву, врожайності та валового збору сої

Рік	Україна			Сумська область			Тернопільська область			Миколаївська область		
	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т	Зібрана площа, тис. га	Урожайність, т/га	Валовий збір, тис. т
2009	622,5	1,68	1043,5	26,7	1,44	38,4	27,9	1,67	46,5	21,4	1,70	36,4
2010	1036,7	1,62	1680,2	49,6	0,87	43,4	24,5	1,69	41,4	17,9	1,52	27,2
2011	1110,3	2,04	2264,4	42,3	1,84	78,0	27,9	1,67	46,5	21,4	1,70	36,4
2012	1412,4	1,71	2410,2	64,1	1,38	88,7	37,7	2,04	77,0	31,3	0,86	26,9
2013	1351,0	2,05	2774,3	63,9	1,86	118,9	49,9	2,03	101,3	15,2	1,51	23,0
2014	1792,9	2,16	3881,9	92,6	1,82	168,4	68,6	2,42	166,3	16,4	1,65	27,0
2015	2135,6	1,84	3930,6	104,0	2,12	220,8	104,5	1,63	170,0	25,2	1,26	20,1
2016	1859,4	2,30	4277,0	118,5	2,76	327,1	84,1	1,93	162,0	32,6	1,67	19,5
2017	1976,2	1,97	3890,4	147,2	1,85	271,9	79,9	2,62	208,9	18,7	1,11	16,8
2018	1728,7	2,58	4461,7	137,9	2,27	313,0	76,7	3,03	232,0	9,8	1,33	13,0
2019	1616,2	2,29	3698,8	106,3	2,19	232,4	90,1	2,52	226,8	7,7	1,18	9,1

У 2018 році українські аграрії засіяли соєю 1,7 млн га, що на 14,5% менше порівняно з 2017 роком, свідчать дані Держстату. Це мінімальні площі за останні п'ять років. Найбільші площі сої у 2018 році були зафіксовані у Полтавській, Хмельницькій, Київській та Сумській областях. Найбільше скорочення площ посівів сої відбулося у Луганській області (на 59,1% менше, ніж у 2017 р.), Дніпропетровській (47,7 %), Миколаївській (43,2%), Харківській (36,5%), Одеській (29%) та Кіровоградській областях (27,3%).

Основним стримуючим фактором вирощування сої на зерно у різних регіонах України є родючість та кислотність ґрунту, кількість опадів та сума ефективних температур у вегетаційний період [213, 231, 232]. Основною причиною щорічного суттєвого скорочення площ під соєю стали «соєві правки» Закону України № 2245–VIII від 21 грудня 2017 року, відповідно до яких з 1 вересня 2018 року до 31 грудня 2021 року скасовується бюджетне відшкодування ПДВ при експорті соєвих бобів. Законопроект №7403–д скасовує норму щодо невідшкодування ПДВ при експорті сої, насіння свиріпи та ріпаку для виробників, які самостійно поставляють ці культури за кордон.

Цей законопроект сприятиме відновленню зацікавленості товаровиробників у вирощуванні цієї культури, зокрема, стабілізування площ посівів та виробництва цієї культури у 2019 році.

За підсумками минулого сезону вітчизняним аграріям вдалось зібрати 4,46 млн т сої. Попри скорочення посівних площ до 1,73 млн га виробництво культури загалом по країні зросло на 14,4%. Цьому посприяло збільшення середньої врожайності до 2,58 т/га. Про це свідчать дані, опубліковані на сайті Державної служби статистики України.

До п'ятірки лідерів за валовим збором сої в 2018 році увійшли господарства Хмельницької (511,7 тис. т), Полтавської (409,4 тис. т), Житомирської (372,6 тис. т), Херсонської (361,9 тис. т) та Київської (348,5 тис. т) областей.

Найвищий середній показник урожайності культури зафіксовано на Херсонщині – 3,3 т/га, у Запорізькій та Івано-Франківській областях – 3,2 т/га. П'ятірку лідерів замикають господарства Тернопільської та Хмельницької областей, де середня врожайність сої у 2018 році становила 3,03 та 2,99 т/га відповідно.

Природно-кліматичні умови Харківської, Дніпропетровської, Миколаївської, Сумської, Чернігівської, Хмельницької і Тернопільської областей (37% території України) з балом сприятливості 70–90 забезпечують середню урожайність на рівні 1,18–1,79 т/га [4].

Україна посіла перше місце в Європі за виробництвом сої, має значні перспективи розширення її посівів [115]. Однак за показниками врожайності відстає від інших європейських країн [31, 118]. За даними асоціації «Дунайська соя», врожайність сої в Україні в середньому за останні п'ять років становила 2,1 т/га. Найвища врожайність сої серед європейських виробників спостерігається у Словенії (3,47 т/га), Італії (3,15 т/га), Франції (2,77 т/га). Одним із резервів збільшення врожайності сої є впровадження у виробництво скоростиглих сортів інтенсивного типу і вдосконалення елементів технології їхнього вирощування [33, 114].

За даними Асоціації «Укрсоя», передбачається можливе зростання площ під соєю до 2,4 млн га в 2020 році. Але заклавши міцний фундамент виробництва олійної сировини, перед вітчизняними аграріями постають нові завдання. Одним із головних є підвищення врожайності продукту, що засвідчує значущість цієї культури [100].

Урожайність сої можна підвищити за допомогою внесення мінеральних добрив, сортооновлення, сортозаміни, застосування регуляторів росту рослин, обробітку рослин інокулянтами, проведення підживлення посівів. За проведення цих заходів урожайність сої збільшується на 0,5–0,8 т/га [7].

Відомо, що соя на гектарі залишає 80–120 кг азоту, що прирівнюється до 10–15 т органічних добрив. Якщо висівати сою в Україні на площі 2,4 млн га, як передбачено планом на 2020 роки, то це означає, що ґрунт

одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд грн [76].

Вирощування сої, на відміну від надмірного збільшення посівних площ соняшнику, має позитивний ефект для всього сільського господарства, оскільки ця культура є ідеальним попередником практично для всіх зернових культур. Її особливою властивістю є наявність бульбочкових бактерій, які дозволяють фіксувати азот з повітря і за період вегетації накопичувати його в ґрунті. Це дуже важливо в економічному плані за недостатніх обсягів внесення мінеральних та органічних добрив, що призводить до від'ємного балансу поживних речовин у ґрунті, який за розрахунками науковців становить близько 200 кг/га. Так порушується основне правило землеробства, яке зобов'язує товаровиробника повернути у ґрунт еквівалентну кількість поживних речовин, що була витрачена на формування урожаю.

Суттєве зростання посівних площ і валових зборів сої свідчить про її надзвичайно важливу роль в аграрному комплексі України. За умов дотримання рекомендованих технологій вирощування можна досягти врожайності 4 т/га і вище. Ураховуючи витрати на 1 га і середню ціну реалізації, рентабельність виробництва сої становить понад 50%. Тому, зважаючи на стабільний попит на цю культуру в світі та Україні, виробники сої можуть отримати великий економічний ефект від її вирощування. За прогнозами фахівців, виробництво сої в Україні може збільшитися до 4 млн т. За даними НААН України, соя у структурі посівних площ може займати до 20%. Слід відмітити, що в 1990 р. соя у структурі займала 0,3%, в 2011 р. – 3%, а в 2016 р. до 15%, в 2017 – 7,1%, в 2018 році дещо знизилась і становила 6,2%.

Водночас рівень виробництва зерна сої залишається ще досить низьким, що не дає змоги повною мірою вирішити проблему рослинного білка. Основною причиною цього є висока залежність рівня реалізації генетичного потенціалу сої від умов її вирощування, насамперед

метеорологічних, що призводить до значної диференціації урожайності сої як по зонах, так і по окремих областях.

Продуктивність сої в зоні Степу значною мірою залежить від інтенсивності прояву та ступеня диференціації основних складових комплексу метеорологічних умов, характерного для кожної області зони. Загалом більший вплив на формування урожайності культури в зоні мають погодні умови літніх місяців.

В умовах Лісостепу, які, на відміну від умов Степу, характеризуються насамперед меншим надходженням тепла, що є лімітуючим фактором при вирощуванні сої, і більшою кількістю опадів, отже, кращим вологозабезпеченням, продуктивність сої у більшості областей за рівнем тісноти зв'язку з дією фактора погодних умов залежить переважно від умов кінця травня та червня, коли проростає насіння та відбувається інтенсивний ріст і розвиток рослин. Погодні умови цих місяців є визначальними у формуванні урожаю сої [2, 41].

Для зони Полісся, де соя займає незначну частку в структурі посівів зернових і зернобобових культур, визначальним, як і для зони Лісостепу, є вплив погодних умов травня на рівень реалізації генетичного потенціалу сортів у господарському урожаї сої.

Україна має досить великий потенціал для швидкого розвитку промислового виробництва сої. Для цього є об'єктивні умови: родючі землі; сприятливий клімат, добре адаптовані до зональних умов сорти нового покоління; новітні технології; підготовлені кадри спеціалістів; наявність досвіду в вирощуванні високих урожаїв; дешеві вітчизняні бактеріальні добрива; великий асортимент ґрунтових і страхових гербіцидів; налагоджена система переробки на харчові й кормові продукти [228].

Однак рівень виробництва зерна сої в Україні залишається ще досить низьким, що не дає змоги повною мірою вирішити проблему рослинного білка. Основною причиною цього є висока залежність рівня реалізації генетичного потенціалу сої від умов її вирощування, насамперед

метеорологічних, що призводить до значної диференціації урожайності культури як за зонами, так і за окремими областями [52].

Ураховуючи вимоги до умов вирощування сої, ґрунтові та гідротермічні ресурси України, академік А. Бабич виділяє «соевий пояс», де розміщено 2/3 посівів сої, виділено зону стійкого та нестійкого виробництва цієї культури на багатих землях і зону гарантованого виробництва сої на зрошувальних землях [13]. До нього входять ті області, де за рік випадає 500–650 мм опадів; за травень–вересень 250–400 мм; у період цвітіння і формування бобів – 180–200 мм [74, 214].

Незважаючи на різні ґрунтово-кліматичні умови, в Україні є можливість щорічно виробляти 2,5–3,0 млн т соєвих бобів для задоволення власних потреб і формування експортних ресурсів. На думку А. О. Бабича [21], завдяки чималим земельним та людським ресурсам, великому регіону, сприятливому для вирощування сої – соєвому поясу наша держава може бути найпотужнішим виробником цієї культури в Європі. До соєвого поясу можна віднести орні землі 17 областей (табл. 1.4).

У «соєвому поясі» є всі умови для вирощування сої: волога в період посіву, суха погода до початку цвітіння, сприятливі умови волого забезпечення в період формування і наливу бобів, у достатній кількості тепло і сонячне світло, суха погода на період збирання [60].

За визначенням академіка А. О. Бабича, у перспективі виробництво сої передбачає формування в Україні соєвого поясу в Лісостепу, оскільки ґрунтово-кліматичні умови найкраще відповідають біологічним потребам культури, завдяки чому вона досягає повної стиглості та формує високий врожай [29].

Зміна клімату та створення останніми роками нових високопродуктивних скоростиглих сортів Інститутом кормів НААН України спільно з іншими науково-дослідними установами сприяло розширенню соєвого поясу на північ Лісостепу та на південь Полісся України [13, 31].

Соевий пояс України [21, 30, 34]

Область	Сума ефективних температур, °С	Рекомендовані групи стиглості
Черкаська	2470	1–3
Вінницька	2350	1–2
Київська	2300	1–2
Чернівецька	2400	1–3
Хмельницька	2200	1–2
Полтавська	2500	1–3
Харківська	2550	1–3
Сумська	2300	1–2
Чернігівська	2470	1–2
Житомирська	2100	1–2
Кіровоградська	2700	1–3
Дніпропетровська	2700	1–3
Донецька	2650	1–3
Одеська	3050	1–5
Миколаївська	3000	1–5
Херсонська	3150	1–5
Івано-Франківська	2100	1–2

Територіальна трансформація «соевого поясу» означатиме новий етап у виробництві культури сої, сприятиме раціональному використанню гідротермічних ресурсів регіону, збільшенню валового виробництва насіння сої, біологізації землеробства, одержанню високоякісної, екологічно безпечної продукції [75].

1.2. Сорт як складова технології вирощування сої

Національні сортові ресурси України є основою продовольчої безпеки держави. За рахунок використання нових високоврожайних сортів сої стає можливим значно збільшити виробництво сільськогосподарської продукції [237].

За дослідженнями селекціонерів сорт потрібно розглядати як збалансовану систему прояву окремих показників та ознак, які тісно пов'язані між собою. Зменшення або збільшення одного з них призводить до суттєвої зміни інших показників. Загальна продуктивність рослин залежить від оптимального поєднання господарсько-цінних ознак в одному сорті [230].

Сорт значною мірою визначає рівень урожайності культури, якість насіння та ефективність виробництва. Сьогодні сорт є найдоступнішим і найдешевшим засобом підвищення урожайності сільськогосподарських культур [144].

Як зазначає академік НААН України А. О. Бабич, велике значення у підвищенні врожайності та поліпшенні якості насіння сої має підбір сорту [12, 23, 36].

Водночас наявні у виробництві сорти сої ще далеко не повністю відповідають вимогам виробництва. Ще не досягнуто стабільно високої продуктивності сортів сої, стійкості до екстремальних факторів довкілля; в окремі несприятливі роки деякі сорти вилягають, збільшується їх період вегетації при більш пізніх строках сівби або при зниженні температури в період вегетації [143].

У сучасних умовах сорт залишається не тільки засобом збільшення урожайності, а й стає фактором, без якого неможливо реалізувати накопичений генетичний потенціал, задовольнити вимоги споживача та переробника [48]. Виробникам сої важко підібрати сорт, який відповідає комплексу вимог і спроможний щорічно давати стабільно високі врожаї [47].

У багатьох країнах світу сорти сої на 30–60% визначають майбутній врожай. Але кожен сорт може повністю реалізувати свої потенційні можливості лише за оптимальних умов вирощування [97, 146, 239].

Правильний вибір сорту – одна з важливих умов отримання високого врожаю, але високопродуктивний сорт ще не є гарантією доброго результату. На сьогоднішній день рівень урожайності сої в Україні залишається низьким. Відомо, що біологічний потенціал продуктивності сортів сої нового

покоління в Україні поки що реалізується на 38–56% (стоїть завдання досягти 78–92%) тоді, як у Канаді та США – 70–73% [5, 14, 169, 171, 238]. Це означає, що в Україні майже 65% урожайного потенціалу сучасних сортів сої є невикористаним резервом культури. Значною мірою це пояснюється тим, що в Україні технологія вирощування сої мало враховує біологічні особливості існуючих сортів і це не дає можливості реалізувати їх урожайний потенціал.

Урожайність сої можна збільшити на 30–45%, якщо освоїти адаптивну сортову технологію вирощування, оновити, замінити сорти.

Глобальні зміни клімату, які в останні десятиріччя спостерігаються в Україні, вимагають якісно нових підходів до створення сортів сільськогосподарських культур. У сучасній селекційній роботі на перше місце виходить рівень адаптивного потенціалу сорту, його можливість пристосуватись до різних змін метеорологічних факторів [38, 200].

Вітчизняні наукові установи останніми роками створили низку високопродуктивних сортів сої, які добре пристосовані до окремих природно-кліматичних зон [46, 138, 202]. Головний фактор, завдяки якому вдалося значно підняти продуктивність сої, – сорт [226]. Завдяки плідній праці селекціонерів – дев'ять селекційних установ України, створені нові сорти з рівнем продуктивності 4–5 т/га. Реалізація генетичного потенціалу вищезазначених сортів вимагає розробки і застосування сучасних технологій вирощування [177].

Соя випереджає всі інші культури за темпами зростання посівних площ. В Україні за останні 10 років посіви сої зросли майже вдесятеро, збільшуючись щороку в середньому на 30% [59]. Сучасний ринок сортів сої є надзвичайно динамічним і привабливим, особливо в умовах зростання попиту. Проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів залишається доволі низькою, а середня урожайність в Україні становить 0,9–1,4 т/га [98, 116, 181].

В Україні у перспективі передбачається ще більше розширення посівних площ під соєю, тому велике значення має виведення ранньостиглих сортів, стійких до холоду в початковий період росту й розвитку, які можна вирощувати у будь-якій зоні [142, 215]. Створення таких сортів дозволить проводити сівбу у більш ранні строки при достатніх запасах вологи у ґрунті, зменшити негативний вплив високих температур на рослини у період плодоутворення, використовувати сою як попередника для озимих культур [1, 15, 114].

Завдяки адаптивному підбору та розміщенню сортів сої, а також селекції на стійкість до абіотичних і біотичних стресів вдається істотно зменшити залежність агроценозів від нерегульованих факторів навколишнього середовища, поліпшити якість рослинницької продукції [82].

Сорти сої, які вирощуються в Україні, створені для різних ґрунтово-кліматичних зон і суттєво відрізняються один від одного за вимогами факторів зовнішнього середовища та господарсько-цінними показниками. Зміна району вирощування по відношенню до місця створення сортів сої у більшості випадків негативно впливає на їх продуктивність [2, 25].

Частота погодних аномалій висуває вимоги, які важко поєднати в одному сорті, тому необхідно створювати та впроваджувати у виробництво сорти з високим адаптивним потенціалом, орієнтовані на конкретні екологічні умови, з високим урожаєм корисної продукції [133, 178]. Це вкрай важливо для Північно-Східного Лісостепу України з його періодичними ґрунтовими та повітряними посухами, похолоданнями й іншими несприятливими факторами [136].

У виборі сорту основними критеріями оцінки є: продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до осипання та вилягання, ураження хворобами і пошкодження шкідниками, у зволоженій зоні і під час зрошення – стійкість до тимчасового перезволоження, у посушливій зоні – до посухи. Сорти сої впродовж усього вегетаційного періоду мають ефективно використовувати всі життєві фактори [21, 36, 164, 238]. Об'єктивний вибір

сортів значною мірою залежить від результатів регіонального екологічного сортовипробування [103, 194, 199].

При виборі сорту насамперед необхідно звертати увагу на зону його районування, тому що за недостатньої екологічної пластичності сорт сої, який формував в умовах Степу високу продуктивність, в Лісостепу може не гарантувати очікуваних результатів [61, 126, 139, 170].

Сучасні сорти мають бути не лише високоврожайними, а й стійкими до несприятливих умов довкілля, тобто адаптованими та пластичними [82, 129]. Неодноразово підкреслювалось, що створені сорти сої частіше не користуються попитом у сільськогосподарському виробництві не через зниження рівня потенціалу продуктивності [91], а через недостатню їх екологічну стабільність і адаптивність, яка набуває ще більш важливого значення з огляду на кліматичні зміни: підвищення посушливості вегетаційного періоду, різкі коливання температур, зміщення строків фенології культури тощо [88, 89].

Завдяки плідній роботі українських селекціонерів Україна має найбільший у Європі генофонд і сортовий асортимент сої. Сорти української селекції не мають генетично модифікованих організмів і за урожайністю та вмістом білка не поступаються іноземним сортам [83].

Україна є лідером у світі за кількістю виведених і впроваджених сортів сої [89]. Завдяки плідній праці й співпраці селекційних установ, розміщених у різних регіонах України (ННЦ Інститут землеробства НААН України, Селекційно-генетичний інститут НААН України, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Інститут кормів НААН України, Інститут землеробства південного регіону НААН України, Інститут олійних культур НААН України, Буковинський інститут АПВ, Кіровоградський інститут АПВ, НСНФ «Соєвий вік»), для різних умов ґрунтово-кліматичних зон України створені ультраскоростиглі і скоростиглі сорти сої з вегетаційним періодом до 85 днів, з рівнем продуктивності 4,0–5,0 т/га, холодостійкі, посухостійкі, з покращеними показниками якості насіння – з вмістом білка

більше 43 %, жиру більше 24 %, пониженим умістом інгібіторів трипсину та з низькою уреазою активністю тощо [28, 158, 172].

Сучасні сорти сої характеризуються новою архітектонікою рослин: за оптимальної густоти вони прямостоячі, мають обмежену гіллястість, потовщене стебло, трійчасті листки, переважно клиноподібної, овально-видовженої, яйцеподібної форми (центральный – симетричний, бічні – асиметричні), цілокраї, з хвилястою зморшкуватою поверхнею листкових пластинок, крупне насіння, різний ступінь опушення, можуть висіватися широкорядно, зі звуженими міжряддями, суцільним рядковим способом, з більшою густотою рослин. За оптимальної густоти рослин основна кількість і маса бобів та насіння на них формується на головному стеблі, менша – на бокових гілках. Завдяки вищому прикріпленню бобів нижнього ярусу на рослинах зменшуються втрати врожаю при збиранні [15, 111].

На сьогодні ведеться інтенсивна селекція сортів сої зернового напрямку використання. Розгортається новий напрямок у селекції сої – створення овочевих сортів з якомога меншим умістом глікопротеїнів і білків-інгібіторів, але з високим умістом у зерні білка, цукрів, з великою масою 1000 шт. насінин, з приємним горіховим присмаком [4]. Упровадження нових сучасних сортів сої дозволяє значно підвищити врожайність за умов дотримання основних вимог щодо їх вирощування [47].

Тривалість вегетаційного періоду має важливе значення, бо цей показник впливає на продуктивність сої і є вирішальним при вирощуванні культури в певній зоні соєсіяння. Новостворені сорти повинні гарантувати досягання за оптимальних строків сівби та мінімальних енергетичних затрат для досушування насіння [221, 230].

Тривалість вегетаційного періоду сої є ознакою, яка контролюється генетично. Селекціонерами України останнім часом створено нові сорти сої різних груп стиглості, які зумовили ріст виробництва насіння. За тривалістю вегетаційного періоду вирощувані сорти сої поділяють 5 груп стиглості (табл. 1.5) [72, 200].

Водночас, за міжнародною класифікацією [141, 206], сорти сої за тривалістю вегетаційного періоду поділяють на дев'ять груп стиглості (табл. 1.6).

Таблиця 1.5

Біологічні константи різних груп стиглості сортів сої

Група стиглості	Тривалість вегетаційного періоду, днів*	Потенційна продуктивність, ц/га**	Сума активних температур, °С**	Сума опадів за вегетаційний період, мм
Скоростиглі	75–95	25–27	1600–1900	360–405
Ранньостиглі	95–115	30–32	2000–2200	470–515
Середньоранні	116–122	33–35	2300–2500	540–585
Середньостиглі	123–135	37–40	2600–2750	630–700
Пізньюстиглі	136–155	40–45	3000–3200	700–810

Примітка: * – за А. К. Лещенко [125]; ** – за А. О. Бабичем [21]

Потенціал урожайності вітчизняних сортів сої досить високий: ультраскоростиглих – 2,3–2,8 т/га ранньостиглих – 2,5–3,0 т/га, середньоранньостиглих – 3,0–4,0, середньостиглих – 4,1–5,0 т/га і більше [16].

Таблиця 1.6

Групи стиглості сої за міжнародними класифікаціями

Групи стиглості			Період вегетації, днів	Сума ефективних температур, °С
*	1**	Ультраскоростиглі**	75–80	1700–2000
000	2	Дуже скоростиглі	80–90	
00	3	Скоростиглі	91–110	2000–2400
0	4	Середньо скоростиглі	111–120	2400–2600
	5	Середньостиглі	121–130	
I	6	Середньо пізньюстиглі	131–150	2600–2800
II	7	Пізньюстиглі	151–160	2800–3000
	8	Дуже пізньюстиглі	161–170	
	9	Зверх пізньюстиглі	Більше 170	

Примітка * За міжнародною класифікацією; ** За класифікацією СЕВ

Територія України за температурними показниками придатна для вирощування сої, проте за умовами вологозабезпечення в північних областях рекомендовано висівати скоростиглі, ранньо- та середньостиглі сорти, у

центральных областях – ранньо- та середньостиглі, у південних – ранньо-, середньо- та середньо пізньостиглі. Вони краще адаптовані до місцевих умов і за урожайністю не поступаються іноземним [22].

Рослини сортів сої різних груп стиглості відрізняються за біологічними властивостями. Наприклад, ранньостиглі сорти за посухостійкістю в середньому мають 7 балів, за стійкістю до хвороб – 7,2 бала, середньоранні – 6,7–6,9 бали відповідно та середньостиглі – 6,1–6,5 бали. Отже, зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду стійкість рослин сої до несприятливих зовнішніх факторів знижується [140].

Більша частина території України характеризується сприятливими умовами для вирощування сої, але навіть у відносно сприятливих районах на неї періодично здійснюють негативний вплив екстремальні погодні умови [229].

Серед заходів, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу високоврожайних сортів сої інтенсивного типу, передусім слід назвати ефективне використання біокліматичного потенціалу регіону вирощування, оптимальне, з урахуванням гідротермічних ресурсів, сортове розміщення виробництва ефективних конкурентоспроможних технологій її вирощування. Підбір сортів сої відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов має надзвичайно велике значення, адже одні й ті самі сорти по-різному реагують на умови вирощування. Саме тому, на думку багатьох науковців, одним із критеріїв одержання високих і стабільних урожаїв є правильний підбір сортів, пластичність яких найбільше відповідає конкретним умовам вирощування [26, 151, 156].

За твердженням учених-селекціонерів більшість сучасних сортів характеризуються вузькою екологічною пристосованістю і придатні для вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах певної географічної широти. Перенесення сорту північніше чи південніше (у межах 100 км) призводить до зміни вегетаційного періоду, продуктивності, хімічного складу насіння, стійкості проти шкідливих організмів тощо [40, 89, 150]. Тому в Інституті

кормів та сільського господарства Поділля НААН України обґрунтовано «соевий пояс» України, де розміщується 2/3 посівів сої, виділено зону стійкого та нестійкого її виробництва на незрошуваних землях і зону гарантованого виробництва на зрошуваних землях [212].

До соєвого поясу входить зона Лісостепу, що охоплює 9 адміністративних областей: Вінницьку, Київську, Полтавську, Сумську, Тернопільську, Харківську, Хмельницьку, Черкаську і Чернівецьку; райони Степу з лісостеповими умовами Кіровоградської, Дніпропетровської, Одеської, Миколаївської областей; райони Полісся з лісостеповими умовами Житомирської, Чернігівської, Рівненської і Волинської областей, південні райони яких припадають на лісостепову зону, а також Львівську область, що охоплює не лише лісостепові райони, а й території, що входять до Карпатської гірської області, зокрема Передкарпаття, та Івано-Франківської, Рівненської і Закарпатської областей, які взагалі не мають поліських районів; зрошені землі Півдня України – Херсонська область, Дніпропетровська, Миколаївська, Запорізька області. Це велика територія з придатними для вирощування сої ґрунтами, тепловими, світловими і водними режимами, тривалістю вегетаційного періоду [24]. На рис. 1.1 наведено розподіл посівів сої за ґрунтово-кліматичними зонами України.

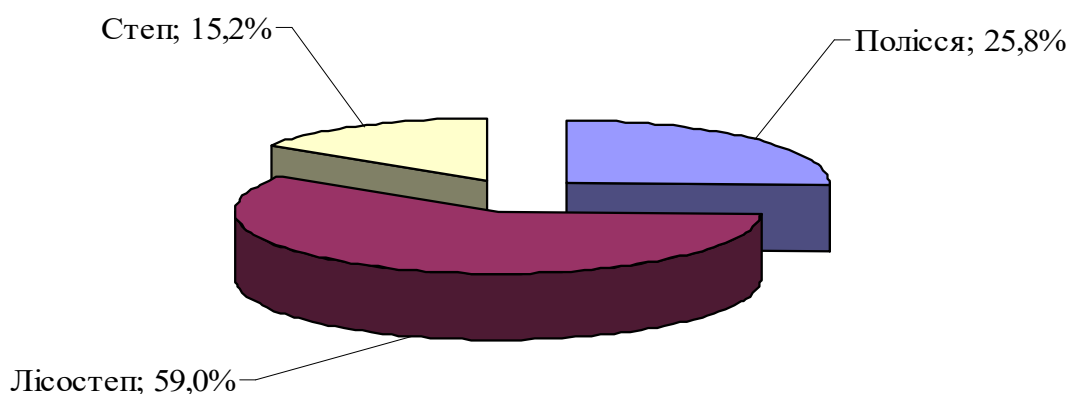


Рис. 1.1. Розподіл посівів сої за ґрунтово-кліматичними зонами України, 2018 р.

Основні вимоги до новостворених сортів сої – це забезпечення високого рівня продуктивності в поєднанні з високими адаптивними властивостями. Зі збільшенням посівних площ сої та досить значної кількості сортів виникає необхідність в їх екологічному вивченні, що обумовлено біологією самої культури, а саме: безпосередньої сортової реакції на умови довкілля вирощування. Оцінка сортових ресурсів за рівнем урожайності, показниками пластичності та стабільності є основою більш ефективного використання генетичного потенціалу їх продуктивності, а це, зі свого боку, є запорукою отримання гарантованих урожаїв зерна сої [90].

З вищевикладеного можна зробити висновок про те, що у сучасному сільськогосподарському виробництві сорт є біологічним фундаментом, на якому базуються всі елементи технології вирощування. Правильний або помилковий вибір підсилює або, навпаки, послаблює дію всіх інших факторів.

Впровадження нових, високопродуктивних сортів сої у виробництво, характеристики яких найбільш відповідають конкретним ґрунтово-кліматичним умовам вирощування, є надійним засобом для отримання високих врожаїв насіння сої та можливістю досягти збільшення її виробництва [69].

На сьогодні сортові ресурси сої в Україні складаються на 80 % із сортів вітчизняної та на 20% – із сортів зарубіжної селекції, що дає широкий спектр підбору сортів з урахуванням зони вирощування (табл. 1.7) [32, 179, 206].

Щороку відбувається оновлення сортових ресурсів сої. Так, станом на 2019 рік до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, занесені 223 сорти, із них 122 – вітчизняної селекції і 101 сорт – іноземної селекції.

Сорти розподілені за вісьмома країнами світу, найбільшу частку становлять сорти вітчизняної селекції – 54,7% до загальної кількості, Канади – 17,5%, Франції – 8,9%, Сербії – 6,3%, Австрії – 4,5%, Німеччини – 3,1%,

Румунії – 1,3%, Хорватії – 0,4%. Спільних німецько-сербських розробок – 1,3%, австрійсько-канадських – 0,9%.

Конкуренцію в сегменті іноземного насіння сої складають сорти, «Семенсес прогрейн інк», «Севіта Генетик», «Гурон коммодітіс інк» (Канада); «Євраліс семанс», «Коссад семанс», «РАЖТ 2н» (Франція); Дельта Аграр д.о.о (Сербія); «Заатбау Лінц рег. Ген. м.б.Х», «Пробстдорфер Заатцухт Гез.м.б.Х. енд КоКГ», «ЗААТБАУ ЛІНЦ еГен» (Австрія); «Дойче Заатферделунг АГ», «Заатен–Уніон ГмбХ» (Німеччина).

Таблиця 1.7

Сортові ресурси сої в Україні [70, 71, 72, 81, 92,128]

Походження	Кількість сортів, шт.												
	до 1990 р.	1991–1995 рр.	1996–2000 рр.	2001–2005 рр.	2006–2011 рр.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Сорти вітчизняної селекції	5	3	14	27	39	88	90	95	117	113	114	120	122
Сорти іноземної селекції	–	–	–	5	30	35	26	39	56	71	81	110	101
Разом	5	3	14	32	69	123	116	134	173	184	195	230	223

Найбільшу частку займають сорти сої, які належать до скоростиглої групи, – 36,8%, або 82 шт. до загальної кількості сортів. До ранньої і середньоранньої груп належать 59 і 60 сортів, їх частка становить – 26,4 і 26,9% відповідно (рис. 1.2).

З одного боку, це гарантує дозрівання й одержання кондиційного без додаткових витрат на доробку насіння, з іншого – є досить ризикованим у разі посухи у липні–серпні, що призводить до зниження рівня урожайності культури. Безсумнівно, помилково буде робити ставку тільки на ранньостиглу групу сортів, які зазвичай менш урожайні. Практикою

соєсіяння доведено, що в арсеналі кожного товаровиробника має бути 2–3 сорти. При цьому вони повинні бути різної групи стиглості, проте переважати сорти, що гарантують отримання кондиційного насіння і їх чітке, організоване збирання. До того ж сорти повинні бути з різних еколого-географічних зон походження, тобто сортотипи.

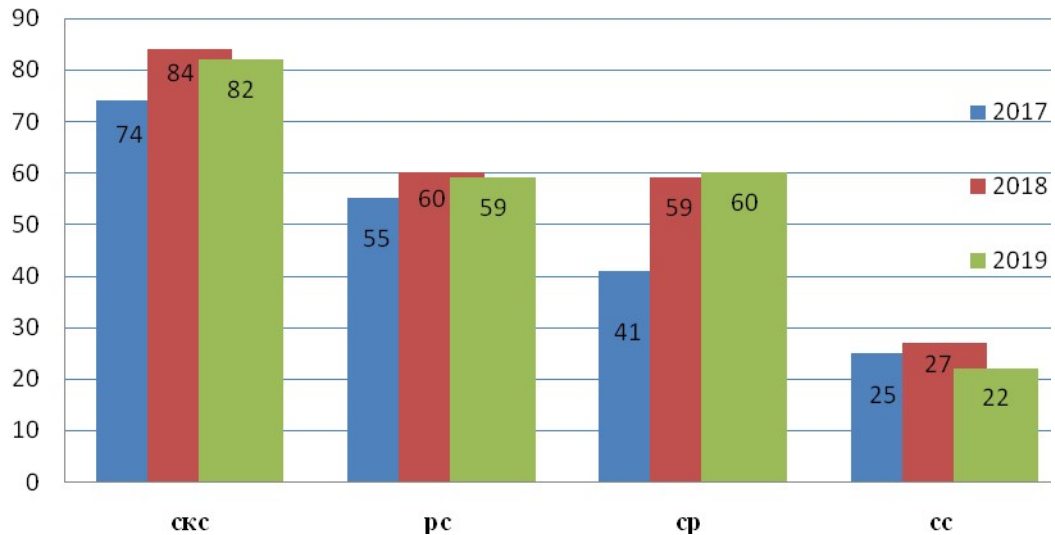


Рис. 1.2. Розподіл сортів сої, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, за групами стиглості, шт.
(скс – скоростиглі; pc – ранньостиглі; cp – середньоранні; cc – середньостиглі), (2017–2019 рр.)

На сьогодні 47 сортів сої, або 21,1% всіх сортів, занесених до Реєстру на 2019 р., є пластичними і рекомендовані для трьох зон вирощування в Україні (Степ, Лісостеп, Полісся), 24,7% – для Лісостепу, 13,9% – для Степу, 9,0% – для Полісся, 17,0% – для Полісся–Лісостепу, 10,7% – для Лісостепу–Степу і 3,6% – для Степу–Полісся (табл. 1.8).

Реєстровані сорти сої значно різняться за посухостійкістю з оцінками від 5 до 9 балів, стійкістю до полягання – від 6 до 9 балів, до осипання – від 5 до 9 балів, за стійкістю до хвороб – від 5 до 9 балів.

Наявність значної кількості сортів сої різного генетичного характеру унеможлиблює розповсюдження всіх відповідно зазначених у Реєстрі зон вирощування, і тому перед соєвиробником стоїть дилема, який сорт взяти у

виробництво, тому що ознаки продуктивності, які розвиваються за генетичними програмами, визначаються взаємодіями систем ознак з умовами життєзабезпеченості (умовами довкілля). Конструювання адаптивних біосистем у кожному регіоні соєсіяння і на кожному полі є передумовою підвищення потенційної її продуктивності та екологічної стійкості [89].

Таблиця 1.8

Розподіл рекомендованих сортів сої для різних зон вирощування, шт.

Рік	Степ (С)	Лісостеп (Л)	Полісся (П)	СЛП	ПЛ	ЛС	СП
2017	33	27	19	54	29	25	8
2018	33	49	21	53	38	28	8
2019	31	55	20	47	38	24	8

Отже, лише науково обґрунтований підхід до розміщення та раціонального використання сортових ресурсів в умовах регіонів соєсіяння України із використанням сучасних енергоощадних технологій вирощування сприятиме раціональному використанню біокліматичного і ресурсного потенціалу, реалізації потенційних можливостей генотипів та формування високопродуктивних агрофітоценозів сої [173].

Потенційні можливості сої в накопиченні великої кількості високоякісного білка роблять її досить перспективною для України, тому необхідно щорічно не тільки розширювати площі цієї цінної культури, а й створювати та впроваджувати нові високопродуктивні сорти інтенсивного типу і адаптивні сортові технології їх вирощування [159,174, 198].

1.3. Продуктивність сої залежно від застосування мікробних препаратів та регуляторів росту

Соя – основне джерело рослинного білка та олії. За даними ФАО, Продовольчої та сільськогосподарської організації, норма споживання білка має становити 12% загальної калорійності добового раціону людини, або 90–100 г, зокрема 60–70% білка тваринного походження. Проблема отримання рослинного білка стала відчутно гострою у межах світового масштабу. Цю проблему можна вирішити за рахунок вирощування зернобобових культур. Бобові культури в системі землеробства відіграють важливу роль, яка пов'язана з їх властивістю фіксувати за допомогою бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* атмосферний азот повітря і збагачувати ним ґрунт [41]. Тому обробка насіння цими мікроорганізмами є ефективним і необхідним заходом, який впливає на розвиток рослин упродовж усього онтогенезу [155].

Бульбочкові бактерії бобових рослин першими почали використовуватися для виготовлення біодобрива, оскільки вони виявляються візуально та забезпечують доволі високий рівень накопичення азоту, зокрема, 70–280 кг/га – у сої, до 40–70 – у горосі, до 200–350 кг/га – у люцерни на другому році культивування тощо [220].

За встановленими даними, до 70% загального споживання азоту соя отримує за рахунок біологічної фіксації його з повітря завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями [77, 85, 123]. Унаслідок цього вона засвоює значну кількість азоту, використовує малодоступні важкорозчинні для злакових культур мінеральні сполуки та залишає з пожнивними рештками стільки поживних речовин, скільки міститься в 15–20 тоннах гною [110, 203]. Річні обсяги біологічної фіксації азоту соєю із атмосфери в США становлять 5,8 млн т, у Бразилії – 4,1, в Аргентині – 3,4, у Китаї – 1,6 млн т [192]. Це аналогічно роботі потужних заводів із виробництва азотних добрив. Однак існуючі в ґрунті природні ризобії менш «ефективні», аніж спеціально

виведені сучасні штами, які у високій концентрації присутні у рістстимулюючих бактеріальних препаратах. [65]. Тому суттєвий вплив на формування продуктивності сої має фактор «інокуляції» насіння [130].

За результатами досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України, інокуляція забезпечує приріст урожайності насіння сої на 0,3–0,4 т/га [108].

За даними Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, застосування інокулянта на основі *Bradyrhizobium japonicum* у технології вирощування сої на різних фонах удобрення сприяло підвищенню продуктивності сої на 0,34–0,50 т/га, або 14–18% [107].

Інокуляція – це екологічно безпечна та економічно вигідна технологія азотфіксації [124], яка полягає в обробці насіння препаратом, що містить бульбочкові бактерії роду *Rhizobium*, які утворюють симбіоз із рослинами. Інокуляція впливає на формування симбіотичного апарату, сприяє підвищенню продуктивності рослин, поліпшенню якості продукції, зменшує пестицидне навантаження на навколишнє середовище [18, 80, 161, 168, 196, 235].

Виробництво та впровадження інокулянтів є менш витратним, ніж мінеральних добрив. Водночас слід урахувати, що завдяки біологічній азотфіксації бульбочковими бактеріями у ґрунті під наступну культуру залишається 35–55 кг азоту [49]. Соя у середньому залишає близько 60–150 кг/га біологічного азоту (використовується наступними культурами на 90–100%, тоді як мінеральний – на 50–60%), 20–25 кг/га фосфору та 30–40 кг/га калію [127].

Інокуляція необхідна, якщо бобові культури не вирощувались на полі впродовж 2–3 років. Завдяки обробці насіння сої перед сівбою бактеріальними препаратами, які виготовлені на основі штамів бульбочкових бактерій, під час вегетації на коренях рослин значно інтенсивніше утворюються бульбочки, через які і відбувається азотфіксація [20].

У багатьох наукових установах різних ґрунтово-кліматичних зон України, Росії, Білорусі, Латвії, Молдови дослідження на основних сільськогосподарських культурах показали високу ефективність цих препаратів. Нині сільське господарство України потребує ефективних і водночас недорогих засобів для підвищення врожайності і покращення якості вирощеної продукції. Поряд з такими основними складовими формування високопродуктивних посівів, як сорт, збалансоване живлення, технологія вирощування і засоби захисту, все більшого значення набувають препарати біологічного походження, які одночасно з підвищенням врожайності, позитивним впливом на якісні показники зерна забезпечують збалансоване використання природних ресурсів, мають екологічне значення [190].

Застосування біологічних агрозасобів вважають ознакою високорозвиненої економіки країни. Від цього залежать обсяги виробництва добривальних, захисних і стимулюючих біопрепаратів. Так, в Австралії виробляють близько для 6 млн га біопрепаратів, у Канаді – 4 млн, Угорщині – понад 200 тис., Великобританії, Югославії, Румунії та Польщі – по 500 тис., Індії – 3 млн, в Україні – близько 200 тис. га порцій біопрепаратів [236].

Скільки азоту фіксує соя – це дуже важливе питання, але на нього важко дати правильну відповідь, тому що на фіксацію азоту впливає багато різних факторів. Вміст азоту в рослинах сої може становити 0–450 кг/га, з відсотковим вмістом фіксованого соєю з атмосфери 0–95% [15, 62, 78, 132]. В умовах зрошення середнє значення фіксації атмосферного азоту соєю становить майже 175 кг азоту на га для надземної частини рослин (майже 248 кг, включаючи коріння), тоді як у богарних умовах воно становить майже 100 кг азоту на га (142 кг, включаючи коріння). Майже 50–60% своєї потреби в азоті соя задовольняє шляхом біологічної азотфіксації. Загальна кількість щорічно фіксуемого соєю азоту в чотирьох основних країнах – виробниках сої (США, Бразилія, Аргентина та Китай) оцінюється в 16440 тис. т, з середнім значенням фіксації атмосферного азоту 68%.

Соєві бульбочкові бактерії, що живуть на коріннях рослин, відсутні у більшості типів ґрунтів. За інокуляції насіння на коренях сої формуються бульбочкові бактерії, які після збирання врожаю залишаються у ґрунті життєздатними упродовж 3–5 років. Якщо сою вирощують на полі вперше, для одержання високого врожаю необхідно провести інокуляцію насіння бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium*, які у результаті симбіозу з культурою забезпечують рослини фіксованим атмосферним азотом у формі органічних сполук і необмеженій кількості в найбільш необхідний період росту і розвитку рослин, що дає можливість формувати стабільні та екологічно безпечні врожаї [119]. Для кожного виду бобових виводиться свій особливий штам бактерій, на який рослина реагує утворенням бульбочок. Так, соя реагує лише на азотфіксувальні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* [68].

Активні ризобії за умови правильної інокуляції насіння та ефективного штаму бактерії здатні фіксувати до 250 кг/га доступного рослинам азоту за період вегетації сої, з яких 150 засвоюється самою рослиною сої, а до 100 кг залишається у пожнивних рештках для наступних культур у сівозміні. На відміну від мінеральних добрив, симбіотична азотфіксація є процесом, який регулює сама культура. Азот потрапляє в рослину за потреби, а в критичні фази розвитку культури у максимальній кількості. Крім того, завдяки фіксованому біологічному азоту в ґрунті підвищується його родючість та активізується ґрунтова мікрофлора. Якщо насіння сої оброблено якісним інокулянтом і висіяне у вологий ґрунт, то бульбочкові бактерії здатні фіксувати достатню для нормального розвитку рослин кількість атмосферного азоту. Проте впродовж вегетації сої необхідно проводити візуальний контроль за станом рослин та бульбочок. Якщо азотфіксація проходить активно, про що свідчить червоне забарвлення бульбочок при розтині, їх кількість становить не менше 5 шт./рослину, а забарвлення рослин насичено-зелене, то потреби у підживленні рослин азотом немає. У випадку незадовільного стану бульбочок та жовтуватого відтінку рослин слід

провести 1–2 підживлення азотом (N_{30-45}) у фазу бутонізації чи у період цвітіння.

На нових полях сої рекомендується застосовувати гранульовані інокулянти у нормі 5–10 кг/га залежно від способу сівби. У рослині сої циклічно поєднуються два найважливіших фізіологічних процеси: фотосинтез і біологічна фіксація азоту. За поліпшення мінерального живлення більш інтенсивно відбувається фотосинтез у листках і створюються передумови біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, що, зі свого боку, є фундаментом для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [148].

Керівникам та спеціалістам господарств, а також фермерам приватного сектору, які шукають шляхів зниження собівартості зерна сої та отримання високих урожаїв, варто звернути більшу увагу на мікробні препарати на основі бульбочкових бактерій, оскільки посівні площі цієї культури в Україні щорічно зростають. Нерідко культуру вирощують на нових місцях, де в ґрунті відсутні бульбочкові бактерії сої, що, зі свого боку, впливає на результат [3].

Одним із стратегічних напрямків сучасного землеробства є використання біологічних джерел відтворення родючості ґрунту та одержання екологічно безпечної продукції рослинництва. Важливу роль у цьому аспекті мають бактеріальні добрива – мікробні препарати поліфункціональної дії для забезпечення біологічної азотфіксації, фосфатмобілізації, рістстимуляції в ризосфері рослин і захисту їх від патогенів і фітофагів [19, 53, 73, 109, 149, 175, 210, 218].

На сьогодні мікробні препарати створено для більшості видів сільськогосподарських культур, визначено умови їх ефективного застосування, проведено низку необхідних для їх рекомендації у виробництво заходів, включно з виробничою перевіркою. Бактеріальні препарати містять в собі стимулятори росту рослин біологічного походження, які суттєво підвищують коефіцієнт використання добрив.

Відомо, що використання мінерального азоту добрив не перевищує 50%; фосфору (навіть з найкращого добрива – суперфосфату) – 20%; калію – 25–30%. Решта вимивається опадами і потрапляє у водоймища, в яких налічується велика кількість водоростей, забруднюється вода нітратами, що призводить до значних економічних втрат. Застосування ж бактеризації землі підвищує використання добрив – на 20–30%. Стимулятори росту, що містяться в мікробних препаратах, сприяють розростанню кореневої системи рослин і підвищенню її адсорбуючої активності, внаслідок чого відбувається засвоєння елементів живлення [145].

Використання біопрепаратів повинно здійснюватись з урахуванням екологічних факторів, видового складу сапротрофних і патогенних мікроорганізмів, ґрунтово-кліматичних характеристик регіону, а також взаємовідносин, які виникають між аборигенними і інтродукованими мікроорганізмами. Недооцінка здатності мікроорганізмів колонізувати кореневу зону рослин, приживатися в ній і витіснити патогенну мікробіоту призводить до відсутності позитивного ефекту від застосування біологічних препаратів [190].

Одним із шляхів вирішення проблеми є застосування бактеріальних препаратів поліфункціональної дії, які мають ряд переваг: поліпшують мінеральне живлення рослин, накопичують біологічний азот у ґрунті, приводять до зниження темпів розкладання гумусових речовин, покращують структурованість ґрунту, зменшують випаровування вологи ґрунту і масштаби ерозії. Бактеріальні препарати дозволяють одержати екологічно чисту продукцію, тому що містять природні ефективні штами, які не здатні викликати у людини віддалені генетичні наслідки подібно до неприродних хімічно синтезованих засобів. Одним із важливих наслідків використання бактеріальних препаратів поліфункціональної дії є також зниження рівня захворюваності рослин, що дозволить зменшити застосування пестицидів і тим самим поліпшити екологічну ситуацію в агрофітоценозах [223].

На сьогоднішній день одним із найкращих інокулянтів є препарат Оптімайз, який сприяє швидкому заселенню кореневої системи бактеріями-азотфіксаторами, утворенню бульбочок на коренях незалежно від умов середовища, поліпшує проростання, розвиток кореневої системи, прискорює ріст рослин сої [211].

На нашу думку, передпосівна інокуляція насіння сої повинна стати основним агротехнічним заходом ресурсо- та енергозберігаючої технології вирощування цієї сільськогосподарської культури [67, 101, 102, 131].

Зростаючі потреби сучасного сільськогосподарського виробництва визначають необхідність пошуку нових шляхів та способів підвищення урожаю і його якості. Важливим компонентом сучасних технологій рослинництва стають регулятори росту рослин [152, 234]. Інтерес до цієї групи сполук обумовлений широким спектром їх дії на рослини, можливістю спрямовано регулювати окремі етапи росту й розвитку з метою мобілізації потенціальних можливостей рослинного організму, а відповідно – для підвищення урожайності і якості сільськогосподарської продукції [63, 64, 104, 183].

Ці препарати екологічно безпечні, сприяють інтенсифікації фізіологічно-біохімічних процесів у рослин, підвищують їхню стійкість до захворювань і позитивно впливають на стан мікробного угруповання ґрунтів [6].

Роль регуляторів росту рослин різко збільшилася в зв'язку з широким упровадженням інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарських культур. У багатьох країнах світу розроблено національні програми щодо регуляторів росту рослин, що стимулювало створення нового покоління екологічно чистих і високоефективних препаратів спрямованої дії [234].

Широке застосування регуляторів росту суттєво обмежується деякими питаннями: виявлення специфіки дії препаратів залежно від сорту культури, норм і термінів застосування.

Тому вивчення впливу на ріст, розвиток та формування урожайності насіння сої на основі розробки норм та регламенту застосування регуляторів росту є актуальним питанням. Крім того, використання регуляторів росту в технологічному процесі вирощування сої дасть змогу розробити рекомендації, які є необхідними для аграрного сектору України [227].

Стрімке зростання чисельності населення Землі потребує розроблення нових способів та технологій збільшення врожайності найважливіших сільськогосподарських культур. Останніми роками внесення добрив та застосування інших засобів хімізації в Україні різко скоротилося, що зумовило зниження родючості ґрунтів. Унаслідок дефіциту ресурсозабезпеченості відповідних профільних виробництв урожайність сільськогосподарських культур формується переважно завдяки природним запасам елементів живлення ґрунту [56].

У світі швидко поширюється впровадження регуляторів росту рослин (РРР) у практику сільськогосподарського виробництва. Вони стають невід'ємним елементом інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Адже застосування регуляторів росту дозволяє повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією: підвищувати схожість, регулювати строки дозрівання, поліпшувати якість продукції та підвищувати врожай сільськогосподарських культур.

Під РРР розуміють препарати як синтетичного, так і природного походження, яким властива висока біологічна активність і які в незначних кількостях, у мікродозах, викликають зміни фізіологічних і біохімічних процесів, процесів росту і розвитку рослин, впливаючи на продуктивність сільськогосподарських культур [55, 240, 242].

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 [50, 187].

Наразі можна стверджувати, що в найближчі десятиліття РРР будуть мати не менше значення у сільськогосподарському виробництві, ніж мінеральні добрива та засоби захисту рослин. Без їх застосування неможливо здійснити широкомасштабного втілення у виробництво низки інтенсивних енергозберігаючих технологій вирощування найважливіших сільськогосподарських культур [54, 57].

На думку М. А. Бобро та інших [51], застосування регуляторів росту рослин сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і поліпшенню якості продукції, відіграючи при цьому не менш важливу роль, ніж використання мінеральних добрив або засобів захисту рослин [86, 120]. Рекомендована норма регуляторів росту за ефективністю прирівнюється до дії повних мінеральних добрив із дозою внесення 30–40 кг/га діючої речовини, що сприяє зниженню потреб у добривах до 20% [8, 11, 44, 58].

Регулятори росту, на відміну від гербіцидів, дефоліантів, мінеральних добрив, не проявляють токсичної дії на рослину [106]. Регулятори росту рослин зменшують мутагенну дію гербіцидів та інших антропогенних чинників. Досліди щодо спільного застосування регуляторів росту з протруйниками показали, що завдяки регуляторам росту рослин слабшає фітотоксична дія протруйників на проростки [27, 160].

Завдяки регуляторним механізмам підсилюється розвиток листкової поверхні. Регулятори росту активізують основні процеси життєдіяльності рослин: мембранні процеси, поділ клітин, ферментативні системи, фотосинтез, процеси дихання і живлення, створюється розгалужена коренева система, яка має набагато більшу поглинальну здатність [96]. Вони також сприяють підвищенню біологічної господарської ефективності рослинництва,

зниженню вмісту нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів. Завдяки регуляторам росту рослин інтенсифікується розвиток азотфіксуючих і фосфатмобілізуючих бактерій [10, 241].

Головною умовою ефективності застосування регуляторів є дотримання основних вимог щодо їх застосування і дотримання технології вирощування культури. Відхилення від цих вимог призводить до різкого зниження ефективності регуляторів росту, що відбивається на рівні врожайності [176, 188, 193, 233].

В умовах несприятливої вологості ґрунту окремі регулятори росту покращують надходження елементів мінерального живлення в надземні органи, стабілізують транспортування метаболітів з листя в корені, що сприяє більш повному забезпеченню надземних органів елементами мінерального живлення [17, 233].

Обробка насіння сої різними регуляторами росту сприяла збільшенню врожайності на 0,30–0,49 т/га, або на 15,8–33,7% [9].

За іншими даними, стимулятори росту на фоні інокуляції насіння сприяли підвищенню врожайності сої на 16–18%, вмісту білка – на 1,8–2,5% [134].

Позитивна дія регуляторів росту рослин має дуже широкий спектр, насамперед, це регуляція ростових і репродуктивних процесів рослин на різних етапах онтогенезу, підвищення рівня врожайності, покращення його якості, підсилення стійкості рослин до несприятливих факторів середовища – високих і низьких температур, нестачі вологи, ураження хворобами і шкідниками, нівелювання пестицидного навантаження [66, 186]. Результати досліджень свідчать про те, що нові регулятори росту здатні підвищувати врожай основних польових культур на 10–30% [43, 185, 222].

З року в рік через складні та мінливі кліматичні умови на посіви дедалі сильніше впливають фактори, пом'якшити й нівелювати які можна лише за допомогою біостимуляторів [117].

Вагомим резервом підвищення урожайності насіння сої є застосування високоефективних мікробних препаратів та біологічно активних речовин (регуляторів росту, індукторів стійкості тощо), до того ж у світі останнім часом спостерігається тенденція до екологічно чистого або біологічного ведення землеробства. Проте інформація щодо можливості поєднання передпосівної бактеризації з використанням стимуляторів росту суперечлива. Отже, поетапне застосування: мікробний препарат для обробки насіння та регулятор росту для позакореневої обробки рослин у фазу бутонізації та наливу бобів сприяло підвищенню продуктивності симбіотичної соєво-ризобіальної системи та забезпечувало максимальне зростання урожайності. Передпосівна обробка насіння ризогуміном у комплексі з регулятором росту рослин біоглобіном була найменш ефективною щодо досліджуваних показників [153].

У сільськогосподарській практиці 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 соняшнику, які пропонуються товаровиробникам. Серед них потрібно вибрати найбільш ефективні [188].

Розвиток симбіотичного потенціалу сої можна регулювати шляхом застосування певних елементів технології, зокрема проведенням передпосівної бактеризації насіння за використання активних штамів бульбочкових бактерій, застосування мікродобрив і стимуляторів росту рослин [94].

У численних дослідженнях регулятори росту і мікродобрива підвищували урожайність сої та інших польових рослин. Їх доцільно використовувати як при допосівній обробці посівного матеріалу, так і обробляти посіви по вегетації [122, 135, 162, 171]. На ринку України таких

препаратів є велика кількість, але технологічність та їх ефективність нестабільні й можуть спричинити несподівані результати при поєднанні їх з інокуляцією насіння в одному технологічному процесі. Існують повідомлення, інформація в яких свідчить про підсилення активності процесу симбіотичної азотфіксації за поєднання передпосівної бактеризації і застосування PPP [180]. Водночас відомі розбіжності у поглядах на зазначену проблему, оскільки обидва препарати містять фізіологічно активні речовини, дія яких на продукційний процес при передозуванні може мати негативні наслідки [167].

Велике значення для підвищення стійкості й захисту рослин від хвороб має обробка насіння бактеріальними препаратами та протруйниками, які пригнічують розвиток хвороботворних інфекцій на насінні та в ризосфері сої після висіву, стимулюють ріст і розвиток кореневої системи. Обробка посівного матеріалу забезпечує покращення фіксації атмосферного азоту та пригнічує хвороби на початкових стадіях розвитку рослин. Біологічні препарати не забруднюють навколишнє середовище та сільськогосподарську продукцію, не викликають звикання до них патогенних організмів [105].

Регулятори росту можна застосовувати не тільки під час обробки насіння, а й обприскувати посіви у фазі розвитку рослин, критичних до умов вирощування та елементів живлення. Для сої це фази бутонізації, цвітіння.

Обробка посівів сої препаратами на основі мікроорганізмів – антагоністів фітопатогенів забезпечує захист рослин від грибкових та бактеріальних захворювань.

Біологічні препарати вибірково впливають на чисельність популяції та активність патогенів, шкідників та паразитів, мають високу селективну дію, спричиняють мінімальні порушення структури біоценозів, зручні для виробництва і мають невичерпні ресурси для постійного нарощування обсягів, забезпечують якість сировини, що відповідає стандартам. Використання засобів біологічного захисту рослин дають можливість на 15–

20% підвищити урожайність за одночасного зниження загальних витрат до 50% [191, 216].

Успіх застосування сучасних технологій вирощування сої залежить не тільки від якісного і своєчасного виконання всього комплексу технологічних заходів, а й значною мірою від конкретно взятого агротехнічного прийому, який повинен відповідати як агрокліматичним умовам, так і сортовим особливостям сої.

Висновки до розділу 1

1. Соя – цінна олійна і зернова культура світового землеробства. В Україні стрімко збільшуються посівні площі культури. Ставиться завдання до 2020 року посівні площі під сою розширити до 2,4 млн га. Важливою умовою вивчення адаптивних сортових технологій вирощування сої є удосконалення сучасних і розроблення вітчизняних науково-технологічних заходів, нових сортів, мікробних штамів для інокуляції насіння, обприскування посівів рістрегуляторами росту рослин мікробного походження. Саме таке їх поєднання сприятиме конкурентоспроможності одержаної продукції сої як на вітчизняному ринку, так і на ринках світу загалом.

2. Основою інтенсифікації виробництва сої в Україні є зростання урожайності з 1,62 т/га у 2010 р. до 2,58 т/га у 2018 р. через використання у виробництві сучасних сортів інтенсивного типу. Водночас генетичний потенціал сучасних сортів сої становить 4–5 т/га, проте його реалізація у виробничих умовах становить менше 50%. Розкриття потенціалу культури сої залежить від продуктивності сортів, складових технології вирощування та ґрунтово-кліматичних умов. Сорт є ключовим фактором підвищення інтенсифікації виробництва сої, а районований сорт – шляхом до отримання високого врожаю. За рахунок сортооновлення можна досягти збільшення валових зборів культури до 40%.

3. Одним із резервів збільшення врожайності сої є регулятори росту рослин і бактеріальні препарати, які поряд з екологічною безпечністю найбільш економічні і не потребують додаткових матеріальних ресурсів. Застосування регуляторів росту рослин у посівах сприяє підвищенню біологічної господарської ефективності рослинництва. Вони підвищують посухостійкість, стійкість рослин до стресових ситуацій, стійкість до хвороб, стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують якість урожаю.

Список використаних джерел до розділу 1

1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Адамень Ф. Ф. и др. К.: Аграр. наука, 2006. 456 с.
2. Адамень Ф. Ф. Агроэкологическое обоснование сортовой структуры сои: матеріали республіканської координаційно-методичної ради з проблеми ефективного використання зрошуваних земель для вирощування і стабілізації виробництва кормів і кормового білка, м. Вінниця, 17–18 серпня 1994 р. Вінниця: Інститут кормів УААН, 1994. С. 42–43.
3. Адамень Ф. Ф. Эффективность инокуляции сои. Ставрополь, 1995. 187 с.
4. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України / Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Х.: ХНАУ, 2016. 268 с.
5. Амелин А. В. Морфофизиологические основы селекции сельскохозяйственных культур на примере гороха / А. В. Амелин // Роль современных сортов и технологий в сельскохозяйственном производстве / ОГАУ. Орел, 2005. С. 115–124.
6. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 237 с.
7. Андрієць Д. В. Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.01.09. К., 2013. 20 с.
8. Анішин Л. А. Біостимулятори: урожай, якість та валові збори озимої пшениці. *Новини захисту рослин*. 1998. № 9. С. 30–31.
9. Анішин Л. А., Жилкін В. О., Пономаренко С. П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин у сільськогосподарське виробництво. К., 2000. 32 с.

10. Антипчук А. Ф., Канцелярук Р. М. Антимикробные свойства семян сои по отношению к *Rh.Jaropisum*. *Микробиологический журнал*. 1992. № 3, т. 54. С. 32–34.
11. Ассаф Ибрагим. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество семян сои в условиях Восточной Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. «Растениеводство». Харьков, 1994. 23 с.
12. Бабич А. А. Влияние азотного питания на показатели величины и качества зерна сои в условиях Лесостепи Украины. *Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої* : матеріали I Всеукр. (міжнар.) наук.-практ. конф. Вінниця, 1993. С. 22–24.
13. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
14. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Факторы повышения продуктивности сои в условиях Лесостепи Украины. Докл. ВАСХНИЛ. 1992. № 5. С. 2–4.
15. Бабич А. Нові сорти сої і перспективи виробництва їх в Україні. *Пропозиція*. 2007. № 4. С.46–49.
16. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. *Аграрний тиждень. Україна*. 2013. № 10/11. С. 31.
17. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2000. Вип. 7. С. 10–13.
18. Бабич А. О. Особенности агротехники сои на Украине. *Масличные культуры*. 1986. № 4. С. 24–26.
19. Бабич А. О. Світове виробництво зернобобових культур для вирішення проблеми білка і біологічного азоту. *Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 2003. С. 8–12.

20. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука, 1998. 272 с.
21. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 430 с.
22. Бабич А. О. Сучасний стан та перспективи використання сої на харчові і кормові цілі. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 3 серпня 2000 р. Вінниця, 2000. С. 3–6.
23. Бабич А. О. Формування урожайності сої залежно від підбору сортів і технологічних прийомів в умовах південно-західного степу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі*: матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 9–10.
24. 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.
25. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні : монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. 216 с.
26. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
27. Бабич А. О., Дерев'янський В. П., Кізяков В. Є. Ефективність позакореневого підживлення сої макро- і мікроелементами в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2002. Вип. 48. С. 143–147.
28. 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.

29. Бабич А. О., Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 108–112.
30. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. *Вісник аграрної науки*. 1992. № 7. С. 3–7.
31. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Теоретичне обґрунтування і розробка сучасних енергозберігаючих технологій вирощування зернобобових культур в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 1996. Вип. 45. С. 18–20.
32. Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Адамень Ф. Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 2. С. 34–39.
33. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соя – стратегічна культура світового землеробства ХХІ століття. *Пропозиція*. 2006. № 6. С. 44–46.
34. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.
35. Бабич А., Колісник С. Особливості підготовки ґрунту і строки сівби сої. *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 44–45.
36. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. К., 1995. 297 с.
37. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 83–88.
38. Барвінченко С. В. Оцінка сортозразків бобів кормових за параметрами екологічної пластичності та стабільності. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 39–43.
39. Бахмат М. І, Бахмат О. М., Трач І. В. Сортowa продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 146–150.

40. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 138–144.
41. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. *Аграрна наука та освіта Поділля*. 2017. С. 59–62.
42. Бахмат О., Федорук І. Основи адаптивної сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу Західного. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р. Тернопіль: Крок., 2017. С. 174–176.
43. Безвіконний П., Тарасюк В. Роль сучасних регуляторів росту рослин в технології вирощування буряка столового. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 55–57.
44. Береговенко С. К. Ефективність симбіозу сортів сої і штамів *Bradyrhizobium japonicum* залежно від ступеня їх комплементарності та умов вирощування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.07. К., 1998. 21 с.
45. Білявська Л. Г. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 9–15.
46. Білявська Л. Г. Особливості адаптивної селекції сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 1. С. 38–40.
47. Скоростиглий сорт сої Авантюрин / Білявська Л. Г., Васецький Ю. П., Білявський Ю. В., Діянова А. О. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 2. С. 66–69.

48. Білявська Л. Г., Пилипенко О. В., Діянова А. О. Високоадаптивні сорти сої Полтавської селекції. *Посібник Українського хлібороба. Мін. АПК. Інститут рослинництва ім. Юр'єва*. 2013. Т. 2. С. 150–151.
49. Біологічний азот / В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон. та ін. К.: Світ, 2003. 424 с.
50. Біологічно активні речовини в рослинництві / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк. К.: ЗАТ «Нічлава», 2008. 345 с.
51. Бобро М. А. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур : сб. науч. статей по материалам 5-й междунар. науч.-метод. конф. К.: ИСМО, Аліста, 1997. С. 3–7.
52. Буджерак А. І., Блащук М. І. Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої : зб. наук. пр. Уман. держ. аграр. ун-ту. 2003. С. 687–691.
53. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінка агротехнології вирощування сої на сірих лісових ґрунтах. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 83–90.
54. Василенко М. Г. Агроекологічне обґрунтування застосування нових вітчизняних добрив і регуляторів росту в агроєкосистемах Лісостепу і Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 03.00.16. К., 2015. 50 с.
55. Регуляторы роста растений природного происхождения на посевах пшеницы яровой в условиях Северной Лесостепи Украины / М. Г. Василенко, М. В. Драга, Ю. А. Зацаринная, И. Д. Бакай. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 4. С. 36–39.
56. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М. Г. Василенко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96–101.

57. 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.
58. Воробьев В. А., Пигарева Т. И. К вопросу о «стартовых» дозах минерального азота для инокулированных бобовых растений. *Агрoхимия*. 1985. № 7. С. 22–25.
59. Вусатий Р. О. Насіннева інфекція сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 3. С. 26–27.
60. Галузева програма «Соя України 2008–2015». Київ. 40 с.
61. 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.
62. Гібсон П. Т. Застосування ризоторфіна – основна умова підвищення врожаю сої в Україні. *Агроогляд*. 2006. № 11. С. 29–31.
63. Голунова Л. А. Регуляція продукційного процесу Glucine max L. за дії ретардантів. *Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання* : зб. наук. праць звітної наукової конференції викладачів за 2016–2017 н.р. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 332–347.
64. Голунова Л. А., Кур'ята В. Г. Анатоомо-морфологічні особливості рослин сої за комплексної дії *Bradyrhizobium japonicum* і ретардантів. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. у-ту. Сер. Біологія*. 2012. № 3 (52). С. 66–71.
65. Гордійчук Н. Інокулянти для сої: екологічно безпечна та економічно вигідна технологія підвищення врожайності. *Агроном*. 2011. № 1. С. 150.
66. Григор'єва О. М. Перспективи використання регуляторів росту рослин при вирощуванні соняшнику. *Сучасні інтенсивні технології в рослинництві в умовах Північного степу України* : матеріали конф.,

присвяченої 10-й річниці заснування кафедри загального землеробства КНТУ. 2007. С. 50–57.

67. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ, 2014. Вип. 21. С. 115–121.

68. Коренева система сої за дії *Bradyrhizobium japonicum* / І. І. Гуменюк, С. Ю. Грузінський, І. С. Бровко, Я. В. Чабанюк. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 138–143.

69. Дем'яненко В. В. Ключові елементи сучасної технології вирощування сої. *Агроскоп*. 2014. № 1. С. 13–19.

70. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. К., 2017. 392 с.

71. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. К., 2018. 447 с.

72. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2019 рік. К., 2019. 451 с.

73. Дідович С. В., Кулініч Р. О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 184–187.

74. Дідора В. Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 23–28.

75. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах українського Полісся. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 1 (58), т. 1. С. 57–63.

76. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Фактори підвищення родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 132–139.

77. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. №4. С. 33–37.
78. 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.
79. Електронний ресурс / Режим доступу: <http://faostat.fao.org>.
80. Ефективність нового біологічного препарату ризогумін для сої / В. В. Волкогон, Н. Т. Штанько, В. П. Сальник та ін. *Селекція і насінництво*. 2005. № 90. С. 254–260.
81. Жаркова О. Сортовий арсенал сої на 2017-й рік. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 66–67.
82. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М. 2001. Т 1. 617 с.
83. Заверюхін В. І., Левандовський І. Л. Соя. Методичні вказівки по ефективному використанню зрошуваних земель в господарствах Херсонської області у 1999 році. Херсон: УААН, ІЗЗ, Центр наукового забезпечення АПК Херсонської області. 1999. 28 с.
84. Заєць С. О., Нетіс В. І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами, на посівах сої в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 60–62.
85. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів : навч. посіб / М. О. Білик, М. Д. Євтушенко, Ф. М. Марютін та ін.; за ред. В. К. Пентелєєва. Харків: Еспада, 2005. 672 с.
86. Зиновьев Л. С., Балатова Т. С., Киселев А. И. Влияние протравителей семян на эффективность нитрагинизации бобовых культур. *Химия в сел. хоз-ве*. 1983. № 12, т. 21. С.31–32.
87. Ріст рослин і врожайність сортів сої в південному Лісостепу України / О. І. Зінченко. *Вісник ЖНАЕУ*. 2016. № 2 (56), т. 1. С. 119–126.

88. Іванюк С. В. Сучасна селекція сої. *Агрономія сьогодні*. 2014. № 17(288). С. 14–21.
89. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 34–40.
90. Іванюк С. В., Вільгота М. В., Жаркова О. Ю. Вплив гідротермічних умов на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 21–28.
91. Адаптивність та селекційна цінність сортів сої селекції інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН / Іванюк С. В. та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 10–17.
92. Іванюк С. В. Сучасна селекція сої. *Агрономія сьогодні*. 2014. № 17(28). С. 14–21.
93. Івасюк Ю. І. Продуктивність посівів сої за роздільного та інтегрованого застосування мікробіологічного препарату, регулятора росту рослин і гербіциду. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 3. С. 89–95.
94. 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.
95. Каленська С. М., Новицька Н. В., Стрихар А. Є. Стан та перспективи розширення виробництва сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 141. С. 133–136.
96. Калинин Ф. Л. Теоретические основы управления ростом, развитием и продуктивностью растений эндогенными и экзогенными факторами. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1986. № 6, т. 18. С. 537–555.

97. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування урожаю сої у Північному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 9. С. 36–42.

98. Камінський В. Ф., Браценюк В. Я. Вплив способів сівби та передзбиральної десикації на показники якості насіння сортів сої різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу. *Вісник Сумського НАУ. Сер.: Агронімія і біологія*. 2017. Вип. 9 (34). С. 81–85.

99. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.

100. Качан І. Особливості формування врожайності зерна сої в умовах Поділля. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р.* Тернопіль: Крок, 2017. С. 92–94.

101. 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.

102. Клименко І. В. Продуктивність сої залежно від застосування природних регуляторів росту у Східному Лісостепу України : матеріали XIII з'їзду українського ботанічного товариства. Львів, 2011. С. 226–228.

103. Клубук В. Сорти сої для посушливих умов. *Пропозиція*. 2014. № 2. С. 52–58.

104. Князюк О. В. Вплив хлормекватхлориду на морфогенез і продукційний процес кукурудзи. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2006. Вип. 35. С. 66–70.

105. Ефективність застосування біологічних фунгіцидів у системі захисту сої / С. Я. Кобак, О. В. Серветник, М. В. Кушнір, В. О. Савченко. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 67–72.

106. Ковалёв В. М. Применение регуляторов роста растений для повышения устойчивости и продуктивности зерновых культур. М.: ВНИИТЭИагропром, 1992. 48 с.

107. Міграція сполук біогенних елементів за використання комплексних інокулянтів для сої / С. Ф. Козар та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 24–28.

108. Колісник С. І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. *Корми і кормовиробництво*. 2012 р. Вип. 71. С. 41–49.

109. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Вплив прийомів сортової технології на формування симбіотичної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 76. С. 139–145.

110. Конончук О., Пида С. Роль інновацій у підвищенні наявного потенціалу країни : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Тернопіль, 14–15 грудня 2011 р. Тернопіль: Крок, 2011. С. 65–67.

111. Коношенко В. Нові перспективні сорти сої в Україні. *Пропозиція*. 2005. № 3. С. 58.

112. Концеба С. М., Мельник Н. П. Світові тенденції виробництва і переробки насіння сої. *Економіка АПК*. 2012. № 12. С. 131–135.

113. Концеба С. М., Підлубна О. Д. Економічна ефективність виробництва продукції олійних культур у сільськогосподарських підприємствах. *Економіка АПК*. 2012. № 2 (208). С. 33–37.

114. Коротич П. Надрання соя й новий погляд на сівозміни. *Пропозиція*. 2006. № 1. С. 72–75.

115. Коротич П. Соя виходить на мільйон. *Пропозиція*. 2006. № 9. С. 47.

116. Корчагин П. А. Соя: от выбора сорта и до уборки. *Зерно*. 2011. № 9. С. 25–27.

117. Корчагіна І. Біостимулятори – міф чи реальність? *Agroexpert*. 2013. № 7. 122 с.

118. Кравчук О. О., Гринчишин О. В., Шкорбот Т. М., Панькова І. М. Грунтово-кліматичні умови зони Лісостепу та їх вплив на врожайність кукурудзи та сої на прикладі Тернопільської області / О. О. Кравчук., О. В. Гринчишин, Т. М. Шкорбот, І. М. Панькова. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : тези доповідей VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Київ, 29 березня 2018 р. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. С. 24–26.

119. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф. Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини Степової зони України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 4 (42). С. 72–75.

120. Краснодемська З. Відкриття, що здивувало світ. *Урядовий кур'єр*. 1999. № 64. С. 9.

121. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2013. № 11 (104). С. 97–100.

122. Кулик М. Ф., Жмудь О. В., Бабич А. О. До питання біологічно активних речовин сої. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 28–33.

123. Кулібаба М. Ю. Вплив строків сівби та обробки рослин біопрепаратом ризогумін на розвиток бульбочкового апарату рослин сої. *Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва: матеріали II Наук.-практ. інтер. конф., м. Полтава, 17–18 квітня 2014 р. Полтава, 2014. С. 46–49.*

124. Ласло О. О., Климченко О. С. Ефективність застосування інокулянтів у технології вирощування сої. *Збалансований розвиток агроєкосистем України : сучасний погляд та інновації* : матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 16 листопада 2017 р. Полтава: ПДАА, 2017. С. 15–17.

125. Лещенко А. К. Культура сои. К.: Наукова думка, 1978. 236 с.

126. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів: Українські технології, 2008. 623 с.

127. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах Західного Лісостепу / В. В. Лихочвор, В. М. Щербачук, Р. М. Панасюк, О. В. Панасюк *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 88–96.

128. 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.

129. Літун П. П. Коломацька В. П. Проблеми адаптивної селекції рослин в зв'язку зі зміною клімату. *Селекція і насінництво*. 2006. Вип. 93. С. 67–91.

130. Макаренко В. На вибір аграрія. *Агроперспектива*. 2010. № 10. С. 43–44.

131. Мартинюк О. М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостепу. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво: матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, м. Чабани, 23–25 листопада 2004 р. Чабани, 2004. С. 42–43.*

132. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. *Агроном*. 2013. № 1. С. 152–153.

133. Марченко Т. Ю. Характер мінливості господарсько цінних ознак сої в умовах зрошення півдня України. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 187–194.

134. Маткевич А. П., Пернак Ю. Я., Тарасова О. І. Вплив способів посіву і норм висіву на врожайні властивості насіння сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 2000 р. Вінниця, 2000. С. 39–40.*

135. Вплив регуляторів росту на насінневу продуктивність гороху і сої / А. П. Маткевич, Ю. Я. Пернак, О. І. Тарасова, Ю. О. Рудак. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 2000 р. Вінниця, 2000. С. 38–39.

136. Матушкін В. О., Мошкова О. М. Методи і результати селекції сої на адаптивність, продуктивність і скоростиглість. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 90. С. 84–97.

137. Матушкін В. О., Мошкова О. М. Створення та впровадження скоростиглих, високопродуктивних сортів сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2005. Вип. 1. С. 12–19.

138. Медведєва Л. Р. Інноваційні сорти сої Кіровоградського інституту АПВ НААНУ. *Посібник українського хлібороба*. 2011. К.: ТОВ «АКАДЕМПРЕС», 2011. С. 13–14.

139. Мельник В. М., Огір А. Д. Формування та функціонування симбіотичних систем соя - *Bradyrhizobium japonicum* в умовах водного стресу. *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи* : тези міжнар. наук. конф., м. Одеса, 23–26 червня 2014 р. Одеса: Астропринт, 2014. С. 259–261.

140. Мельник С. І. Сортний склад, якість насіння та урожайність сої в Україні. *Вісник Харківського НАУ*. 2009. № 4.

141. Мельник С. І., Демидов О. А., Жилкін В. А. Технологія вирощування сої в Україні за No-till технологією з використанням іноземної техніки. *Посібник українського хлібороба*, 2008. С. 135–141.

142. Михайлов В. Г. Селекція сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 12. С. 33.

143. Характеристика скоростиглих і середньостиглих сортів сої для зони Лісостепу і Полісся України / В. Г. Михайлов, О. З. Щербина, Л. С. Романюк, В. М. Стариченко. *Селекція і насінництво*. 2011. Вип. 100. С. 306–314.

144. Мишустин Е. Н. Микробиология. Агропромиздат, 1987. 368 с.
145. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В. В. Волкогон., О. В. Наджернична., Т. М. Ковалевські та ін. К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.
146. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Молодий вчений*. 2015. № 6 (21), ч. 1. С. 52–54.
147. Мірзоева Т. В., Логвин І. М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2013. Вип. 181(2). С. 242–247.
148. Мойсієнко В. В., Дідора В. Г. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2010. № 1. С. 1–14.
149. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І. Вплив способів мінерального живлення на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу Західного. *Наукові горизонти*. 2018. № 1 (64). С. 56–63.
150. Молдован Ж. А. Формування біометричних показників залежно від строків сівби та норм висіву сортами сої з різним вегетаційним періодом. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61), т. 1. С. 60–67.
151. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Урожайність сортів сої залежно від строків сівби, норм висіву та абіотичних умов Північного Поділля. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 120–126.
152. Моргун В. В., Яворська В. К., Драгозов І. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2002. № 5, т. 34. С. 371–375.
153. Мурач О. М. Ефективність бобово-ризобіального симбіозу та врожайність зерна сої за використання мікробного препарату та регулятора росту рослин. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур* : тези доповідей VI Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Київ, 29 березня 2018 р. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. С. 30–32.

154. Муханов В. М. Історико-економічний аналіз розвитку галузі промислового вирощування та переробки сої в Україні на початку ХХІ ст. *Гілея: науковий вісник*. 2016. Вип. .108. С. 101–104.
155. Надкернична О. В., Ковалевські Т. М., Козар С. Ф. Особливості впливу деяких азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 27. С. 112–114.
156. Нафиков М. М., Смирнов С. Г., Фомин В. Н. Урожайность сои в зависимости от приемов возделывания в Лесостепи Поволжья. *Кормопроизводство*. 2013. № 6. С. 18–19.
157. Нідзельський В. А., Новицька Н. В., Шутий О. Спрямування технологічних заходів на стабілізацію урожаїв сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія*. 2012. Вип. 176. С.74–78.
158. Нідзельський В. А., Нідзельська Т. Л. Стратегія розвитку та управління потенціалом продуктивності сої в регіонах України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія*. 2013. Вип. 183(2). С. 95–99.
159. Новохацький М., Бабич А., Ткачук В., Грабовський О. Сортова технологія вирощування – шлях до реалізації потенційних можливостей сої. *Пропозиція*. 2000. № 10. С. 41–42.
160. О совместимости нитрагинизации и протравливания семян бобовых культур / Т. С. Баталова и др. *Химия в сельском хозяйстве*. 1977. № 8. С. 17.
161. Овчарук О. В., Овчарук О. В., Хоміна В. Я., Каленська С. М. Агроекологічні особливості вирощування сої : матеріали наукової інтернет-конференції, 15 травня 2018 р. С. 134–136.
162. Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. *Вісник Харківського НАУ. Сер. Рослинництво, селекція і насінництво, овочівництво*. Харків. 2008. № 5. С. 59–62.

163. Омельченко К. Ю. Вирішення основних проблем вирощування сої як шлях забезпечення продовольчої безпеки країни. *Наукові праці НУХТ*. 2016. № 4, т. 22. С. 76–82.

164. Омельчук С. В., Жемойда А. В. Вплив нових аналітично-селекціонованих штамів на ефективність симбіотичних систем різних сортів сої. *Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи*: тези міжнар. наук. конф., м. Одеса, 23–26 червня 2014 р. Одеса: Астропринт, 2014. С. 269–271.

165. Опанасенко Г. В. Вплив способів сівби, густоти рослин та системи захисту посівів від бур'янів на урожайність насіння сої. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі*: матеріали III всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 72–73.

166. Осипчук А. М., Осипчук О. С. Особливості формування урожаю сої. *Агробіологія*. 2011. Вип. 6. С. 45–48.

167. Основи технології вирощування сої / В. Г. Михайлов та ін. К.: ВП «Едельвейс», 2012. 24 с.

168. Панасюк О. Я., Панасюк Р. М. Інокуляція насіння як основний чинник підвищення врожайності зерна сої та родючості ґрунту. *Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства*: матеріали міжнар. наук.-практ. інтер.-конф., м. Львів, 18 – 19 лютого 2016 р.). Львів, 2016. С. 299–303.

169. Панасюк О. Я., Князюк О. В., Капітан О. А., Богуславець В. Ю., Шевчук О. А. Дія термінів сівби на врожайність сортів сої. *Новината за напреднали наука – 2018* : матеріали XVI междунар. науч.-практ. конф., г. София, 15–22 май 2018 г. Vol. 22. София «Бял ГРАД-БГ ОДД». 2018. S. 34–36.

170. Панасюк Р. Вплив способів сівби на урожайність і якість зерна сої в умовах достатнього зволоження. *Вісник Львівського НАУ. Сер. Агронімія*. 2009. № 13. С. 348–352.

171. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 3. С. 24–27.

172. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 3-10.
173. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В. Роль кліматичних факторів у формуванні сортової політики сої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. Харків: Магда LTD, 2006. Вип. 93. С. 60–67.
174. Петриченко В. Ф., Іванюк С. І. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. *Аграрний тиждень*. 2010. № 9. С. 12.
175. Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патика В. П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. *Корми і кормовиробництво*. 2003. Вип. 51. С. 3–6.
176. Петриченко В. Ф., Кирилюк Н. Б. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. № 47. С. 107–108.
177. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва і використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 3–11.
178. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу : зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН. К., 2000. Вип. 3–4. С. 19–24.
179. Петриченко В. Ф., Сологуб О. М. Агроєкологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2002. Вип. 11. С. 3–7.
180. Підвищення насінневої продуктивності люцерни при інокуляції різними штамами *Rhizobium meliloti* та застосуванні регуляторів росту / С. Я. Коць, І. В. Драгочов, В. К. Яворська та ін. *Бюл. ІСГМ*. 2000. № 6. С. 28–30.
181. Погоріла Л. Г. Насіннева інфекція сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 80–85.
182. Подобедов А. В. Восполнить дефицит белка поможет соя. *Аграрна наука*. 1998. № 4. С. 6–7.

183. Поливаний С. В., Кур'ята В. Г. Дія емістиму С на морфогенез та насінневу продуктивність маку олійного. *Наукові записки Тернопільського нац. пед. у-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія*. 2015. Вип. 1(62). С. 117–123.
184. Полишко Н. П., Пристинская В. П. Реакция сортов сои на основные приёмы её выращивания. *Степное земледелие*. 1988. Вып. 22. С. 61–66.
185. Поліщук І. С., Поліщук М. І., Палагнюк О. В. Картопля – важлива продовольча і високоенергетична культура Лісостепу Правобережного : збірник наукових праць ВНАУ. Вінниця, 2012. № 1(57). С. 94–99.
186. 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.
187. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений. К., 2003. 312 с.
188. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту в агропромисловому комплексі України : зб. наук. пр. Уманського ДАА. Вип. 51. 2001. С. 15–19.
189. Прус Л. І. Збільшення площі листової поверхні сої як метод підвищення її продуктивності. *Подільський вісник: сільське господарство,техніка, економіка*. 2017. Вип. 26. С. 117–123.
190. Пустова З. Біологізація технологій вирощування зернобобових культур. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату* : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 29–31.
191. Райчук Т. М. Вплив протруйників на мікрофлору та схожість насіння сої. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. № 1 (17). С. 12–19.
192. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умова господарювання. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія: Економічні науки*. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 215–220.

193. Регулятори росту рослин – агротехнологія XXI сторіччя. *Пропозиція*. 2002. № 1. С. 69.
194. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. Бабич та ін. *Пропозиція*. 2000. № 5. С. 38-40.
195. Романько Ю. О. Вплив кліматичних чинників на реалізацію потенціалу сортів сої різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Львівського НАУ*. 2009. № 13. С. 379–387.
196. Русаков В. В., Николаев В. Т. Влияние условий возделывания сои на формирование клубеньков и их активность: тр. ВАС-ХНИЛ. Новосибирск, 1986. С. 134–135.
197. Сендецький В. М. Економічна ефективність вирощування сої залежно від застосування органічних компонентів. *«Наукові горизонти»*. 2018. № 1 (64). С. 64–69.
198. Сереветник О. В. Ефективність застосування позакореневих підживлень азотним добривом карбамід у системі удобрення сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 120–125.
199. Сичкарь В. И. Индустриальная технология возделывания нового сорта Аркадия одесская. Одесса, 1989. 20 с.
200. Січкарь В. І. Ефективніше використовувати сортовий потенціал сої – потреба сьогодення. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 146 – 150.
201. Січкарь В. І. Зернобобові культури в Україні: Що вирощувати? *Пропозиція*. Спецвипуск. 2016. С. 34–39.
202. Січкарь В. Насіннева продуктивність нових сортів сої одеської селекції. *Пропозиція*. 2011. № 12. С. 62–64.
203. Скоромний С. Різноманітність сої в степах України. *Агронерспектива*. 2010. № 4. С. 78–79.
204. Соєве поле України: рекомендаційний список літератури / уклад.: О. І. Касянюк. Житомир. 2015 р. 8 с.

205. Сорти сої і їх агробіологічні особливості вирощування / В. О. Матушкін, Р. А. Магомедов, О. М. Мошкова та ін. Харків, 2006. 56 с.
206. Сорти сої Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва та технологія вирощування / С. І. Попов, В. О. Матушкін, М. Ф. Божко та ін. Х.: Магда ЛТД, 2002. 20 с.
207. Соя – стратегічна культура світового землеробства: бібліогр. покажч. / уклад. І. І. Фіненко; наук. ред. Л. Г. Білявська; відп. за вип. Л. О. Снітко. Полтава: ПДАА, 2017. 100 с.
208. Соя у Східному Лісостепу України / Є. М. Огурцов та ін.; за ред. М. А. Бобро. Харків, 2008. 293 с.
209. Соя: бібліограф. список / упоряд.: О. А. Шевчук, Н. Г. Дудкевич, Л. В. Кулакевич; під ред. Г. М. Калінкіної; відп. за вип. М. В. Кондратова. Вінниця: ВНАУ, 2017. 20 с.
210. Строна И. Г. Допосевная и передпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур. *Теория и практика передпосевной обработки семян*. К.: Южное отделение ВАСХНИЛ, 1984. С. 5–16.
211. Сучасна технологія вирощування бобових культур. Басф, 2009. 19 с.
212. Темрієнко О. О. Вплив бактеріально-мінерального живлення на тривалість вегетаційного періоду та врожайність насіння сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, м. Київ, 29 березня 2018 р.* Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. С. 143–144.
213. Технології вирощування сої для умов різного фінансового стану товаровиробників / за ред. Д. І. Мазоренка і Г. Є. Мазнева Харків: «Майдан», 2008. 146 с.
214. Технологічний процес вирощування сої ультраранніх та ранньостиглих сортів з міжряддями 15 см при використанні нових технічних

засобів: рекомендації / О. П. Чоловашич, М. П. Білоткач, А. С. Півень та ін. К., 2007. 20 с.

215. Трибель С. О., Стригун О. О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин. *Захист і карантин рослин*. 2011. Вип. 57. С. 224–247.

216. Трибель С. О. Екологізація захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 5. С. 16–20.

217. Усенко Т. В. Урожайність сортів сої залежно від строку і способу сівби в умовах Лісостепу Правобережного. *Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, м. Київ, 29 березня 2018 р. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. С. 152–153.*

218. Фатієв А. І., Кутова А. М. Мінеральний азот і мікроелементи у живленні зернобобових. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 2. С. 91–92.

219. Федорук І. В., Бахмат О. М. Урожайність зерна сої залежно від заходів адаптивної технології. *Інноваційні технології в рослинництві: наукова інтернет-конференція, 15 травня 2018 р. С. 191–193.*

220. Фізіологічні особливості живлення рослин біологічним азотом / С. Я. Коць, С. М. Малеченко, О. Д. Крутова та ін. К.: Логос, 2001. 271 с.

221. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Перевод с чешского Э. К. Благовещенской / И. Петр, В. Черны, Л. Грушка и др. М.: Колос, 1984. 367 с.

222. Хомовий М. Агрономічна оцінка застосування регуляторів росту рослин в посівах ярої пшениці. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату : збірник наукових праць всеукр. наук.-практ. конф., м. Кам'янець-Подільський, 15–16 червня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 38–40.*

223. Цюк О. А. Ефективність елементів органічного землеробства в Лісостепу : збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». Київ, 2009. Вип. 3. С. 25–32.

224. Чехов С. А. Аналіз пропозиції на вітчизняному ринку насіння сої. *Економічний простір*. 2016. № 106. С. 127–134.

225. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 71–77.

226. Чинчик О. Підбір сортів – основа сучасної технології вирощування сої. *Аграрна наука та освіта Поділля*. 2017. С. 155–156.

227. Чорна В. М. Ефективність застосування регулятора росту хлормекват-хлорид при вирощуванні сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 126–132.

228. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С. 69–77.

229. Шевніков М. Я. Продуктивність сої залежно від метеорологічних факторів лівобережної частини Лісостепу України. *Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва*: матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Полтава, 17–18 квітня 2014 р. Полтава, 2014. С. 121–128.

230. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Оптимізація площі живлення різних сортів сої шляхом формування інтенсивної структури посіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 2. С. 30–33.

231. Шевніков М. Я., Лотиш І. І. Особливості розвитку різних сортів сої в умовах лівобережного Лісостепу України. *Актуальні проблеми вирощування та переробки продукції рослинництва*: матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Полтава, 17–18 квітня 2014 р. Полтава, 2014. С. 116–121.

232. Шевченко А. О. Регулятори росту в рослинництві – ефективний елемент сільськогосподарських технологій. Стан та перспективи. *Регулятори росту в землеробстві*. К: Агроресурси, 1998. С. 9–13.

233. Шевчук О. А., Голунова Л. А., Ткачук О. О., Шевчук В. В., Криклива С. Д. Перспективи застосування синтетичних регуляторів росту інгібіторного типу у рослинництві та їх екологічна безпека. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 84. С. 86–90.

234. Шепілова Т. П. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на ріст і розвиток рослин сої. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 274–279.

235. Шеретобоева О. В. Оцінка впливу агротехнологій на стан ґрунтів агроecosystem за біодіагностичними показниками: метод. рекомендації / О. В. Шеретобоева, О. С. Демянюк, Т. З. Шустерук; за наук. ред. О. І. Фурдичка. К., 2007. 25 с.

236. Ярошко М. Технологія вирощування сої. *Агроном*. 2013. № 1. С. 130–133.

237. Balatti P. A., Piepkke S. G. Cultivars specific interactions of soybean with *Rhizobium fredii* are regulated by genotype of the root. *Plant Physiol.* 1990. № 4. P. 1907–1909.

238. 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.

239. Draga M. Influence of new Physiologically Active Substances of natural origin on nitrogen methabolism of winter wheat. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 4. P. 91–95.

240. Munevar F., Wollum A. Effect of high root temperature and *Rhizobium* strein on nodulation and growth of soybean. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.* 1981. N 6. P. 1113–1120.

241. Vasylenko M., Draga M. New Growth Regulator «Ecostym» in Arable Farming of Ukraine. Environmental and Ecology Research. *Horizon Research Publishing*. 2014. No. 2 (2). P. 76–79.

РОЗДІЛ 2

АГРОКЛІМАТИЧНІ РЕСУРСИ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ ЗОН УКРАЇНИ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зони проведення досліджень – Лісостеп і Степ України – характеризуються значною різноманітністю природних умов, що визначаються, головним чином, неоднорідністю геолого-геоморфологічної будови і особливостями клімату. Лісостепова зона становить 34%, а степова – 40% території України. Територія Лісостепу і Степу України характеризується досить складними кліматичними умовами. Віддаленість від океанів створює відмінну особливість клімату – континентальність, тобто його зміну від достатньо зволоженого в західній частині Лісостепу до вкрай посушливого в Південному Степу. Вона проявляється в загальному збільшенні посушливості, яка визначається зменшенням опадів і зростанням температур вегетаційного періоду.

2.1. Характеристика ґрунтового-кліматичних умов північно-східної частини Лісостепу України

Сумська область розташована в межах двох ґрунтового-кліматичних зон Лівобережної України – Лісостепу і Степу.

Клімат зони – помірно континентальний. Середньорічна температура повітря становить $+7^{\circ}\text{C}$. Найвища температура спостерігається в липні ($+21,4^{\circ}\text{C}$), найнижча – в січні ($-7,0^{\circ}\text{C}$). Річна кількість опадів коливається від 476 до 636 мм. Перехід середньодобової температури повітря через 0°C відбувається 20–25 березня, з коливаннями 8–10 діб. У першій декаді квітня спостерігається перехід середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$. Відтавання ґрунту на повну глибину закінчується в першій декаді квітня, а прогрівання на глибині 20 см до $+10^{\circ}\text{C}$ наприкінці третьої декади квітня.

Весняні заморозки припиняються в третій декаді квітня, а в окремі роки спостерігаються і у травні. Весняний період відрізняється невеликою кількістю опадів, переважають південно-східні вітри, які висушують ґрунт. Найвища кількість опадів випадає в червні, близька до неї – у липні та серпні. Однак і в цей період нерідко буває посуха. Літні місяці характеризуються високою температурою повітря. Середньодобова температура у червні досягає $+20,2^{\circ}\text{C}$, у липні – $+21,4^{\circ}\text{C}$, у серпні – $+19,6^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря досягає $+38\text{--}39^{\circ}\text{C}$, на поверхні ґрунту до $+50^{\circ}\text{C}$. Для Сумської області сума ефективних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ коливається від 800°C у північній частині до 1200°C – у південній (за температуру біологічного мінімуму взято $+5^{\circ}\text{C}$). Тривалість морозного (у повітрі) періоду в Сумській області збільшується з південного заходу на північний схід від 150 до 170 діб [15]. Вітри переважно західного та північно-західного напрямку. У розподілі сум опадів спостерігається їх зменшення з півночі на південь від 650 до 550 мм. Розподіл опадів упродовж року за місяцями нерівномірний. Найбільші запаси вологи в ґрунті спостерігаються весною, ними значною мірою забезпечується врожай сільськогосподарських культур. На Сумщині кількість опадів за холодний період становить 180–220 мм, за теплий період – 375–400 мм. Варто відзначити, що у контексті кліматичних змін збільшення температур повітря у Сумській області супроводжується деяким зменшенням кількості опадів, яке також територіально проявляється по-різному. Багаторічна середня відносна вологість повітря становить 63% [5].

Ураховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що агрокліматичні ресурси Сумської області є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур помірного поясу [15].

Природні умови Сумської області, клімату, рослинності, порід, рельєфу обумовили формування в її межах різноманітних типів ґрунтів. На особливостях розвитку ґрунтового покриву позначилася й тривала

господарська історія їх використання. Унаслідок усіх цих чинників ґрунтовий покрив області характеризується значною строкатістю.

Ґрунти області в основному представлені типовими, опідзоленими та іншими підтипами чорноземів, дерново-підзолистими, світло-сірими, сірими та темно-сірими лісовими ґрунтами. У північній частині Сумської області переважають сірі лісові та дерново-підзолисті ґрунти, а у південній частині – чорноземи типові, чорноземи глибокі малогумусні та вилужені середньогумусні.

Чорнозем слабо вилугуваний із зернистою структурою на пилувато-суглинистому карбонатному лесі має товщину гумусного шару 75 см і більше. Реакція ґрунтового розчину – слабкокисла (рН 5,7–6,0). Загальна міцність ґрунтового профілю близько 110–140 см. Вміст гумусу в орному шарі становить 5,9–6,2. Максимальна гігроскопічність ґрунту коливається в межах від 8 до 10%, з невеликою варіабельністю за профілем. Ґрунтові води залягають на значній глибині – 15–20 м.

Згідно з якісною оцінкою ґрунти Сумської області належать переважно до середньородючих і малородючих (північна частина регіону) [15].

Агрометеорологічні умови формування врожаю сої в північно-східній частині Лісостепу України

Рівень реалізації біологічного потенціалу сортів сої залежить як від технології вирощування, так і від кліматичних умов конкретного року. Навіть за нестабільності погодних умов в окремі роки та обмеженості складових агрокліматичних характеристик зернобобових культур наукове обґрунтування ефективних технологій вирощування сприяє підвищенню рівня виробництва [4, 13]. Соя – теплолюбна культура, її вирощують на великій території. Вона одна з найвибагливіших сільськогосподарських культур щодо гідротермічних умов.

Мінімальна температура проростання насіння 6–7°C, достатня – 12–14°C, оптимальна – 15–18°C. Сходи витримують приморозки до мінус 2–3°C.

Сою висівають при переході температури повітря вище 15°C. До тепла соя вимоглива впродовж вегетації, особливо під час цвітіння і досягання. Оптимальна середньодобова температура росту в цей період 18–25°C. Отже, температура є одним із основних кліматичних факторів для вирощування сої (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Необхідні показники температурного і водного режиму в основні періоди росту і розвитку сої [3]

Період росту і розвитку сої	Температура повітря, °C			Кількість вологи, м ³ /га на добу
	мінімальна	достатня	оптимальна	
Сівба–сходи	8–10	15–18	20–22	15–30
Сходи–гілкування	10–12	17–20	22–25	15–30
Цвітіння	16–18	19–21	22–25	40–60
Формування бобів	13–14	17–18	20–23	40–60
Дозрівання	7–8	13–16	18–20	30–40

Соя як рослина мусонного клімату дуже вибаглива до умов вологозабезпечення. Оптимальна вологість ґрунту для неї становить 80–100%, повітря – 75–80%. Для сої характерне нерівномірне використання вологи за фазами росту і розвитку рослин. Під час проростання насіння сої потребує 130–160% вологи від своєї маси. Після сходів потреба у волозі незначна. Найбільше вологи рослинам потрібно під час цвітіння й росту бобів. Найбільш придатними для соєсіяння є регіони, де за рік випадає 500–650 мм опадів, а саме: за травень–вересень – 250–400 мм. Транспіраційний коефіцієнт становить 500–650.

Польові дослідження були проведені на дослідному полі Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України упродовж 2017–2019 рр.

Отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур (зокрема сої) значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування культури, а також від рівня родючості ґрунту.

Ґрунтовий покрив дослідного поля ІСГПС НААНУ, де проводилися дослідження, представлений чорноземом типовим глибоким середньогумусовим крупнопиловато-середньосуглинковим на лесових породах: глибина гумусного горизонту 40–46 см, гумусової частини профілю 127–132 см, вміст гумусу у шарі 0–20 см 3,5%, сума ввібраних основ 38,1, гідролітична кислотність – 3,7 мг-екв/100 г ґрунту, $\text{pH}_{\text{сол}}$ 5,3, $\text{pH}_{\text{вод}}$ 6,8, вміст легкогідролізованого азоту за Корнфілдом – 112, рухомих P_2O_5 і K_2O за Чириковим 130 і 106 мг на 1 кг ґрунту.

У роки проведення досліджень (2017–2019 рр.) погодні умови вегетаційного періоду сої в регіоні проведення досліджень були мінливими та контрастними, зі значними відхиленнями від середніх багаторічних показників, що дозволило дати більш повну, всебічну та об'єктивну оцінку одержаним результатам (табл. 2.2).

Умови вегетаційного періоду 2017 року виявилися вкрай несприятливими як за режимом зволоження, так і температурними характеристиками. Відмічено, що період травень–вересень, упродовж якого вирощували сою, був теплішим порівняно з середньобагаторічними даними. Так, у травні (період сівба–сходи) температура повітря становила $15,4^\circ\text{C}$, що було на рівні середньобагаторічного показника.

У період сходи–бутонізація (червень) середньодобова температура відрізнялась від середньобагаторічної і була на рівні $19,6^\circ\text{C}$, що, зі свого боку, позитивно вплинуло на формування генеративних органів у рослин сої.

У період цвітіння та наливу зерна температура повітря становила: у липні – $20,9^\circ\text{C}$, серпні – $23,1^\circ\text{C}$, що на $0,7$ та $3,9^\circ\text{C}$ перевищило середньобагаторічний показник ($20,2$ та $19,2^\circ\text{C}$).

У вересні температура повітря становила $15,9^\circ\text{C}$, що на $2,5^\circ\text{C}$ більше за норму.

Веgetаційний період сої в 2018 році був добре забезпечений теплом порівняно з середньобагаторічними показниками. Сівбу сої провели 3 травня.

Травень за температурним режимом перевищував середньобогаторічний на 4,2°C – цей показник становив 19,8°C.

Температурний режим, що склався в цьому році, позитивно вплинув на ріст і розвиток рослин сої у період сівба–сходи.

Таблиця 2.2

**Середньодобова температура повітря (°C) та кількість опадів (мм)
упродовж вегетаційного періоду сої в умовах північно-східної частини
Лісостепу України**

Місяць	Декади	Температура повітря, °C				Опади, мм			
		2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-багаторічна	2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-багаторічна
Квітень	I	9,4	8,6	9,3	8,7	0,9	5,8	0,0	40,0
	II	6,8	12,0	7,8		6,2	2,2	22,3	
	III	11,7	14,0	16,3		0,0	14,8	1,6	
За місяць		9,3	11,5	11,1		7,1	22,8	23,9	
Травень	I	14,9	22,0	14,5	15,6	7,7	1,0	34,1	54,0
	II	12,6	17,3	17,5		14,4	15,8	1,4	
	III	18,7	20,1	20,8		9,3	1,8	5,2	
За місяць		15,4	19,8	17,6		31,4	18,6	40,7	
Червень	I	17,9	18,0	23,7	18,8	7,8	3,7	12,5	67,0
	II	18,7	22,8	26,0		10,0	28,3	0,0	
	III	22,1	22,9	23,4		19,3	5,5	4,3	
За місяць		19,6	21,5	24,4		37,1	37,5	16,8	
Липень	I	19,0	20,8	20,2	20,2	13,8	2,6	3,5	76,0
	II	20,5	22,3	19,5		29,6	37,1	49,0	
	III	23,2	24,3	23,3		34,3	83,2	4,9	
За місяць		20,9	22,6	21,3		77,7	122,9	57,4	
Серпень	I	25,3	23,9	19,8	19,2	0,0	0,0	4,5	57,0
	II	26,1	23,4	21,0		0,0	0,0	0,0	
	III	17,8	20,1	21,7		3,9	3,6	0,0	
За місяць		23,1	23,0	21,7		3,9	3,6	4,5	
Вересень	I	16,0	21,8	21,6	13,4	21,2	7,7	4,5	50,0
	II	18,6	17,5	15,2		0,0	0,6	4,6	
	III	13,2	12,2	9,7		0,0	16,0	34,4	
За місяць		15,9	16,8	15,5		21,2	24,3	43,5	

У червні середньомісячна температура була вищою за середньомісячний показник (18,8°C) на 2,7°C і становила 21,5°C. У липні–серпні (період цвітіння та наливання насіння) середньомісячна температура становила 22,6 та 23,0°C, що перевищує середньобагаторічні показники на 2,4 та 3,8°C відповідно. У вересні температура перевищувала середньобагаторічний показник на 3,4°C і становила 16,8°C.

У 2019 році температурні умови загалом були сприятливі для росту й розвитку рослин сої. Так, період сівба–сходи (посів сої провели 13 травня) характеризувався підвищеним показником, температура повітря становила 17,6°C. Відхилення від середньобагаторічних показників становило 2,0°C. Період сходи–бутонізація, що припадав на червень, характеризувався підвищеними показниками порівняно із середньобагаторічними даними – відхилення становило 5,6°C. У період цвітіння та наливу зерна (у липні–серпні) температура повітря була вища 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.

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

У травні 2017 р. випала незначна кількість опадів – 31,4 мм, що на 8,6 мм менше від середньобагаторічного показника. Червень відзначився значним дефіцитом вологи – 37,1 мм, що нижче порівняно із середньобагаторічними даними на 29,9 мм. Проте у липні випало 77,7 мм опадів, що лише на 1,7 мм більше за норму (76,0 мм). У серпні випало 3,9 мм опадів, що у 15 разів менше за норму (57,0 мм). Аналогічна ситуація була і у вересні, коли випало 21,2 мм опадів за норми 50,0 мм. Загалом 2017 рік характеризувався недостатньою кількістю опадів, необхідних для росту й розвитку рослин сої, що, зі свого боку, негативно вплинуло на отримання максимальної врожайності в цьому році.

У період сівба–сходи (травень) 2018 року кількість опадів була низькою – 18,6 мм, що на 35,4 мм менше від середньобогаторічного показника. Період сходи–бутонізація (червень) відзначився незначною кількістю опадів – 37,5 мм, що на 29,5 мм нижче від середньобогаторічних 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 середньобогаторічного показника. У вересні випало 24,3 мм опадів, що на 25,7 мм більше за норму.

У травні 2019 року випало 40,7 мм опадів, що на 13,3 мм менше за середньобогаторічні показники. У червні, липні та серпні кількість опадів була значно нижчою від середньобогаторічних 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. 2.3).

Таблиця 2.3

Гідротермічні умови вегетаційних періодів сої за 2017–2019 рр. в умовах північно-східної частини Лісостепу України

Роки	∑ опадів, мм	∑ температур >10 °С	Гідротермічний коефіцієнт	Умови вегетаційного періоду
2017	171,3	2745,5	0,62	Дуже посушливий
2018	198,1	3039,5	0,65	Дуже посушливий
2019	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.

З наведених даних бачимо, що за температурним та режимом зволоження вегетаційні періоди досліджуваних років були дуже посушливими – 2017 (0,62); 2018 (0,65) та 2019 (0,42). Найбільша кількість опадів випала у 2018 році (198,1 мм), найменша – у 2019 році (115,7 мм).

Таким чином, середньодобова температура повітря та кількість опадів упродовж вегетаційного періоду були визначальними для визначення загального ГТК за вирощування сої.

Розрахунки показника температурного індексу виявили його залежність від вологозабезпеченості року та продуктивності рослин (табл. 2.4). Найвищі витрати теплових ресурсів на тону насіння сої були у 2017 році у середньостиглих сортів ($T_u=1019,2-1548,7$). Це пояснюється дуже несприятливими погодними умовами цього року під час росту і розвитку сортів середньостиглої групи.

Найоптимальніше використовували термічні ресурси ($T_u=758,0-990,3$) ранньостиглі сорти у 2018 р.

Найвища врожайність (2,71 т/га) сортів усіх груп стиглості формується у вологі роки, а найменша (1,97 т/га) – у сухі. Така ж тенденція виявлена й щодо оцінки показника температурного індексу. Так, у вологі роки T_u коливався в межах 683,9–1148,5, а сухі роки – 776,5–1548,7 (2017 р.) та 712,7–1304,4 (2019 р.).

Реалізація генетичного потенціалу сорту в господарсько-цінній частині урожаю значною мірою залежить від умов вирощування, погодних умов та певних сортових особливостей.

Для умов Сумської області нами розрахована математична модель залежності врожайності культури (Y , т/га) від метеорологічних факторів

(впливу суми температур ($T, ^\circ\text{C}$) та суми опадів ($R, \text{мм}$) за вегетаційний період), яка може бути представлена як:

$$Y = -9,6265 - 0,0145 * T + 1,4135 * T^{0,5} = 0,1782 * R - 4,0368 * R^{0,5}.$$

За результатами аналізу моделі встановлено тісний зв'язок урожайності сортів сої від метеорологічних умов ($R=0,9282$), де ефективність зазначених факторів становить 86,1% (D).

Таблиця 2.4

Температурний індекс (T_u) за вирощування сортів сої різних груп стиглості в умовах північно-східної частини Лісостепу України

Група стиглості	Сорт	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Скоростигла	Асука	833,2	758,0	940,3
	Кофу	1265,7	762,7	1107,5
	Аляска	922,8	880,3	926,3
	Хуторяночка	851,5	765,1	766,7
	Княжна	1129,9	824,1	862,2
	Самородок	1378,7	990,3	940,3
	Тундра	776,5	683,9	780,9
	Білявка	1173,9	810,8	835,2
	Мавка	1101,8	781,2	783,8
	Альянс	1108,0	934,7	953,0
Ранньостигла	Кіото	1248,2	895,6	924,4
	Амадеус	1133,4	859,6	838,4
	Аріса	850,1	770,0	759,0
	Мерлін	1332,6	1064,9	992,3
	Діадема Поділля	1101,8	826,4	786,6
	Атланта	1173,9	863,1	775,3
Середньорання	Ліссабон	980,7	703,1	712,7
	Кордоба	985,3	786,4	811,6
	Оріана	1115,7	786,4	765,3
	Вежа	1334,6	1139,9	1086,0
Середньостигла	Кент	1019,2	872,1	901,3
	Падуа	1548,7	1148,5	1304,4
	Вінні	1332,4	970,8	972,2

Створена на основі кореляційно-регресійного аналізу за результатами досліджень 2017–2019 рр. математична модель є достовірною на 95% рівні ймовірності за критерієм Фішера та критерієм Стюдента. Розраховані показники врожайності сортів сої близькі до фактичних (рис. 2.1).

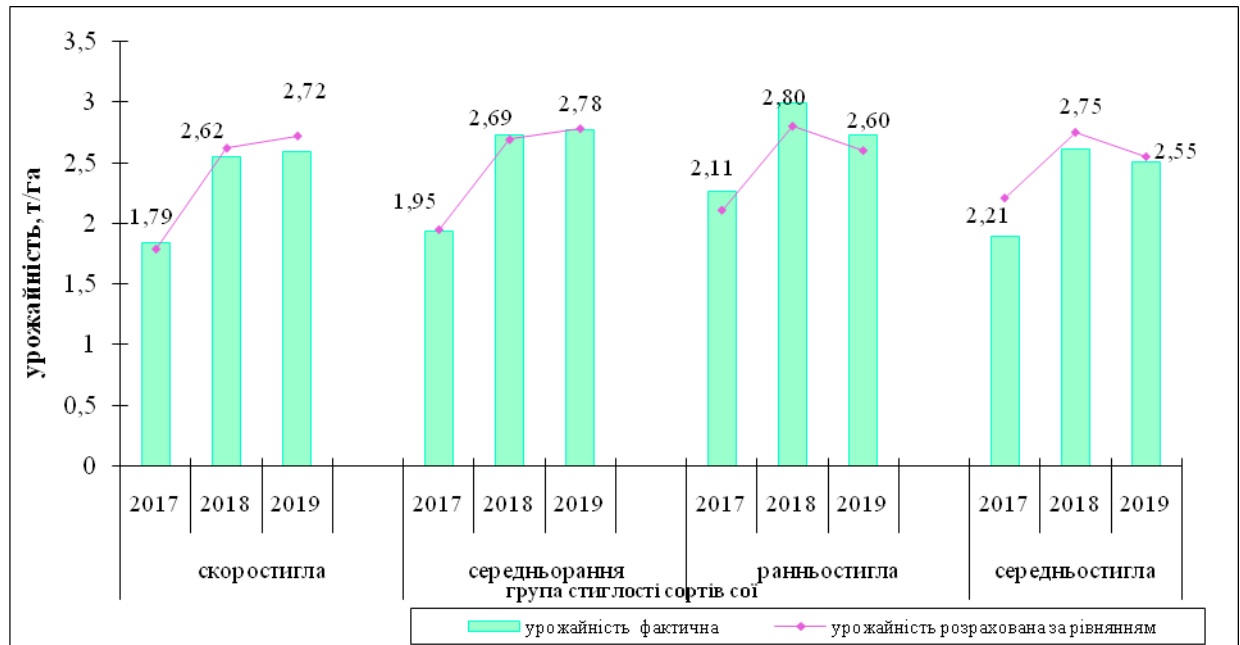


Рис. 2.1. Урожайність сортів сої різних груп стиглості фактична та розрахована за показниками метеорологічних умов північно-східної частини Лісостепу України

Лише у ранньостиглої групи сортів в усі роки розрахований за математичною моделлю оптимум урожайності був меншим за фактичний показник, що підтверджує існування закономірності високого рівня реалізації потенціалу цієї групи сортів.

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов Південного Степу України

Степова зона України простягається з південного заходу на північний схід на 1100 км, і з півночі на південь до 500 км. Загальна територія Степу

25 млн га (40% території України), з них рілля становить 46,5% від загальної площі сільськогосподарських угідь держави. Територія південної підзони Степу України становить 12% від загальної його площі й сягає 72 тис. км². До її складу входить південна та південно-західна частини Одеської області, південні та центральні райони Миколаївської області, Херсонська область, південна частина Запорізької області та степові райони АР Крим.

Незважаючи на близькість морів та наявність значної кількості річок, клімат Південного Степу України дуже посушливий [7].

Загалом уся територія відрізняється високим рівнем родючості ґрунтів, надмірною кількістю тепла й сонячного світла, довгим безморозним періодом і, як наслідок, сприятливими умовами для вирощування практично всіх сільськогосподарських культур. Сума активних температур повітря понад 5°C за рік становить у Південному Степу 3715°C, вище 10°C становить 3250–3400°C. Фотосинтетично-активної радіації (ФАР) за рік надходить 2457 МДж/м² (табл. 2.5). Ці дані свідчать про те, що в усіх підзонах тепла і світла достатньо для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Таблиця 2.5

Кліматична характеристика зони Південного Степу [2]

№ з/п	Показники	
1	Кількість опадів за рік, мм	406
2	Гідротермічний коефіцієнт	0,7
3	Середня кількість продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на початку весни, мм	135
4	Сума активних температур повітря більше 5°C	3715
5	Тривалість періоду з температурою повітря більше 5°C, днів	230
6	Безморозний період, днів	182
7	Середньорічна температура повітря, °C	10
8	Прихід ФАР, МДж/м ²	2457
9	Суховійних днів	38
10	Сума негативних температур повітря, °C	195
11	Висота снігового покриву в лютому, см	1
12	Середня глибина промерзання ґрунту, см	30
13	Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння, °C	-17

Інтенсивне наростання температури починається з третьої декади травня, у цей період температури наближаються до денних. Такі умови є сприятливими для активного росту й розвитку рослин. Початок весни припадає на кінець лютого – початок березня. Перехід температури повітря через 5°C у бік збільшення відбувається в кінці березня – на початку квітня, через 10°C – у кінці другої декади квітня. За коефіцієнтом атмосферного зволоження вона засушлива, імовірність сухих місяців 43–65%.

Початок літа спостерігається в кінці першої – на початку другої декади травня із тривалістю сезону 134–138 днів. Літо дуже тепле і засушливе. Середня температура найтеплішого місяця (липень) 22–25°C. Осінь настає в кінці вересня. Перехід температури через 5°C у бік зменшення відбувається приблизно в середині листопада. Зима починається в третій декаді грудня, м'яка, дуже малосніжна або безсніжна. За кількістю опадів район належить до зони з недостатнім зволоженням. Тривалість вегетаційного періоду в південній частині подовжується до 220–240 днів.

Особливістю підзони Південного Степу є значна нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. За багаторічними даними Державної гідрометеорологічної служби України, в північній частині зони випадає 380–440 мм опадів, у середній – 340–380, а на півдні – 300–340 мм, тоді як максимально можливе випаровування перевищує зазначений показник приблизно в два рази. Це підтверджується також значеннями гідротермічного коефіцієнта (ГТК), який становить 0,6–0,9, що свідчить про належність району до дуже посушливої зони, де вологи недостатньо для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях. Розподіляються опади упродовж року нерівномірно.

Сума опадів за період із температурою повітря вище 10°C дорівнює 230–260 мм, тобто 60–65% від загальної кількості. Досить часто випадають невеликі неефективні опади величиною від 1 до 5 мм за добу. Вони бувають у період з високою температурою й низькою вологістю повітря, при сильних вітрах, а тому є неефективними. Ймовірність настання бездошових періодів

тривалістю понад 50 діб – 40%. Несприятливий вплив нестійкого зволоження й періодичних посух у літний період негативно впливає на продуктивність всіх польових культур. У літній період мають місце зливи. Ймовірність їх у степових районах Півдня з сумою опадів 35–55 мм становить 50–75%. Окрім того, посушливість клімату обумовлена пануванням сухих північно-східних та східних вітрів. Середньорічна швидкість вітру – 3,7 м/с. Найбільша швидкість вітру спостерігається в лютому, найменша – в липні–вересні. У січні вона в середньому становить 4,1 м/с, у липні – 3,1 м/с. У теплий період року суховії тривають від кількох годин до 5–8 днів.

Таким чином, Південний Степ України характеризується довгим безморозним періодом, великою кількістю тепла і сонячного світла, частими суховійними вітрами, невеликою кількістю опадів, нестійкою малосніжною зимою, сухим і жарким літом, короткою весною і в здебільшого сухою сонячною осінню. Основним лімітуючим фактором, що стримує отримання високих і стабільних урожаїв, є волога. Розподіл опадів на території по окремих роках і періодах року має нерівномірний характер. Часто спостерігаються довгі періоди без дощу, ґрунтові і атмосферні посухи та суховії, тому комплекс агротехнічних прийомів в умовах Південного Степу України повинен бути спрямований на максимальне накопичення, збереження і раціональне використання ґрунтової вологи [11].

Ґрунтовий покрив зони Південного Степу представлений переважно чорноземами південними, темно-каштановими та каштановими ґрунтами [19]. Вони досить родючі, але відзначаються слабкою структурністю, важким механічним складом, солонцюватістю, розвитком ерозійних процесів. У цій зоні є також й легкі піщані та супіщані ґрунти з досить низьким вмістом гумусу – 0,5–1,5%. Це бідні ґрунти [20].

Чорноземи південні займають 4662 тис. гектарів (33% від загальної площі регіону) [1]. Ґрунт – чорнозем південний важкосуглинковий, сформований на четвертинних лесгах в умовах рівнинного рельєфу [8]. За вмістом гумусу ґрунт є малогумусним, сумою увібраного натрію і калію

(0,9% від суми катіонів) – несолонцюватим. Чорнозем південний важкосуглинковий має високу ємність вбирання 47,0 мг–екв/100 г і характеризується значною насиченістю кальцієм та магнієм. Карбонати залягають з 40–50 см, на глибині 70 см їх вміст становить 2,1–4,3% [21]. Частка фізичної глини у складі механічних фракцій ґрунту становить 46,8%, тобто гранулометричний склад – важкосуглинковий. Об’ємна маса ґрунту становить у середньому 1,26 г/см³, тобто є оптимальною для більшості сільськогосподарських культур [16, 27]. Вміст гумусу у ґрунті становить 2,08–3,54%, легкогідролізованого азоту – 76–98 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 117–158 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 145–180 мг/кг ґрунту, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної [22].

Темно-каштанові ґрунти займають площу 1295,2 тис. га. Потужність профілю 45–60 см. Вміст гумусу – 2–3%, гіпс і легкорозчинні солі знаходяться на глибині 150–200 см. Механічний склад здебільшого важкосуглинковий, водопроникність низька. Валового азоту в ґрунті міститься 0,20–0,25%, фосфору – 0,12–0,14%. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слаболужна (рН 6,9–7,4), а вглиб по профілю, як правило, зростає. Верхні шари темно-каштанових ґрунтів мають значну вологоємність, невелику об’ємну масу, порівняно з нижче розташованими шарами, а також досить велику щільність [23].

Каштанові ґрунти мають профіль 40–50 см, вміст гумусу – 1,5–2,5%, гіпс і водорозчинні солі знаходяться на глибині 70–120 см. Площа їх становить 79,8 тис. га і розміщуються вони вузькою смугою у Присиваській зоні Причорноморської низини [17, 23].

Агрометеорологічні умови формування врожаю сої в Південному Степу України

Полеві дослідження, що становлять основу дисертаційного дослідження, проведені впродовж 2017–2019 рр. на СФГ «Пролісок», у с. Шевченкове, Вітовського району Миколаївської області.

Ґрунтовий покрив дослідних полів представлений темно-каштановим середньосуглинковим слабкосолонцюватим ґрунтом, який сформувався в умовах нестійкого та недостатнього зволоження під лучною та степовою рослинністю на материнській породі – лесі. За результатами проведених аналізів характеризується такими показниками: вміст органічної речовини в орному шарі (0–30 см) становить 3,8%, $pH_{\text{буф}}$ – 7,2, ґрунтовий розчин має нейтральну реакцію (pH – 7,0–7,3). Насиченість ґрунту необхідними для рослин мікроелементами: магнієм (20%), кальцієм (74%), калієм (4%), натрієм (2%) – дуже низька. Вміст нітратів (NO_3) становить 6,7 мг/кг, фосфору (за Брейєм) – 50,1 мг/кг. Мінімальна кількість К, вилученого амонійно-ацетатним буфером, становила 338, максимальна – 489 мг/кг ґрунту. Мінімальна кількість Са, вилучена амонійно-ацетатним буфером, становить 3181, максимальна – 4104 мг/кг ґрунту. В амонійно-ацетатній витяжці мінімум вмісту рухомого Mg і Na зафіксований у ґрунті – 543 і 103, максимум – 690 і 189 мг/кг ґрунту. Вміст S коливався від 9 до 15 мг/кг ґрунту. Сума катіонів становила 22,3–25,6 мг-екв/100 г, вміст розчинних солей – 0,22–0,38 ммоль/см.

Результати аналізу ґрунту за допомогою методу вилучення ДТРА (диетилентриамінпентаоцетова кислота) показали вміст у ґрунті Zn 0,52–0,58 мг/кг, Fe – 13,8–21,5 мг/кг, Mn – 10,6–16,0 мг/кг, Cu – 0,90–1,08 мг/кг.

До позитивних характеристик ґрунту належать добра водо- та повітропроникність, висока вологоємність та стійкість до вивітрювання. Усе це створює сприятливі умови для живлення.

Загалом темно-каштанові ґрунти в роки з достатньою кількістю опадів, або в умовах зрошення, можуть забезпечувати формування високих і сталих урожаїв. Це найкращі ґрунти на півдні степової зони України.

Упродовж років досліджень (2017–2019 рр.) погодні умови весняно-літнього періоду були надзвичайно контрастними та неоднорідними (табл. 2.6)

Таблиця 2.6

**Середньодобова температура повітря (°С) та кількість опадів (мм)
упродовж вегетаційного періоду сої в умовах Південного Степу України**

Місяць	Декади	Температура повітря, °С				Опади, мм			
		2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-баагаторічна	2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-баагаторічна
Квітень	I	9,2	11,2	9,7	10,0	5,9	0,0	2,0	33,0
	II	8,1	14,7	8,6		27,4	0,0	46,6	
	III	10,1	15,9	13,8		13,0	2,0	0,5	
За місяць		9,1	14,0	10,7		46,3	2,0	49,1	
Травень	I	17,0	20,4	14,5	16,0	3,6	5,3	25,5	42,0
	II	14,4	17,1	19,8		29,0	12,8	5,1	
	III	17,3	20,1	20,6		4,0	13,6	12	
За місяць		16,2	19,2	18,3		36,6	31,7	42,6	
Червень	I	20,8	20,5	22,5	19,9	0,0	0,0	45,1	45,0
	II	20,6	24,5	25,9		2,8	7,2	0,6	
	III	23,8	22,6	24,1		5,0	14,8	12,0	
За місяць		21,8	22,6	24,2		7,8	22,0	57,7	
Липень	I	21,4	23,0	22,3	21,9	12,6	6,5	52,0	49,0
	II	22,4	24,2	21,1		9,0	6,0	0,5	
	III	25,5	24,3	24,8		1,3	37,9	18,0	
За місяць		23,1	23,8	22,7		22,9	50,4	70,5	
Серпень	I	28,4	25,0	20,7	21,3	10,0	0,0	64,3	38,0
	II	27,1	25,7	22,7		15,0	0,8	2,0	
	III	19,8	25,2	24,2		10,0	0,0	0,0	
За місяць		25,1	25,3	22,5		35,0	0,8	66,3	
Вересень	I	20,2	21,6	21,7	16,4	0,0	22,1	1,8	40,0
	II	22,3	18,9	17,1		3,0	9,1	3,1	
	III	15,1	14,1	14,1		0,7	26,5	5,3	
За місяць		19,2	18,2	17,6		3,7	57,7	10,2	

Мали місце істотні відхиленнями від середньої багаторічної норми, що чинило вплив на ріст і розвиток рослин, а у кінцевому підсумку – на формування врожайності сої і дало можливість одержати достовірні результати і зробити об’єктивні висновки.

Сівбу сої у 2017 р. провели 2 травня, у 2018 р. – 16 квітня, у 2019 р. – 26 квітня. У 2017 р. середньодобова температура повітря у квітні була нижчою за норму на 0,9°C. У 2018 р. та 2019 р. середньодобова температура квітня була вищою за середню багаторічну норму на 0,7–4,0°C.

У травні теж спостерігалася тенденція до підвищення середньодобової температури повітря, яка у 2018 р. та 2019 р. була на 2,3–3,2°C вищою порівняно з багаторічною нормою. У 2017 р. середньодобова температура травня була в межах норми (16,2°C за норми 16,0°C).

Червень характеризувався підвищеними температурами в усі роки, де перевищення норми (19,9°C) становило 1,9°C у 2017 р., 2,7°C у 2018 р., 4,3°C у 2019 р. У липні середньодобова температура повітря становила 23,1°C у 2017 р., 23,8°C у 2018 р. і 22,7°C у 2019 р. та перевищувала середні багаторічні показники на 1,2; 1,9 та 0,8°C (рис. 2.2).

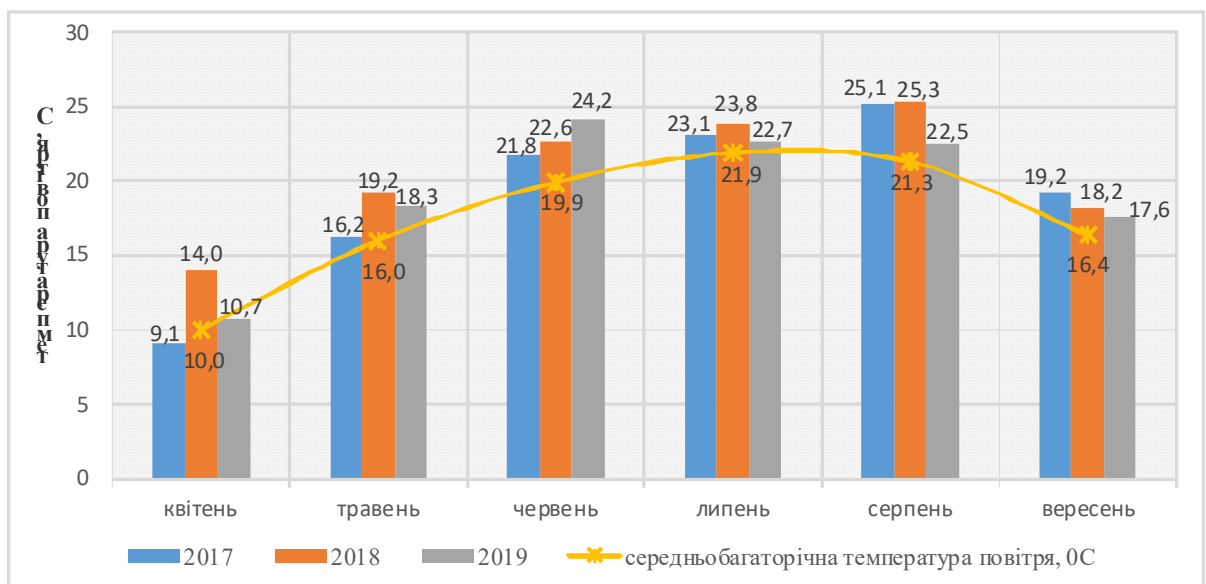


Рис. 2.2. Динаміка середньодобової температури повітря у роки проведення досліджень в умовах Південного Степу України, °C (2017–2019 рр.)

У серпні зберігалася тепла погода, середньодобова температура перевищила норму на 3,8°C у 2017 р, 4,0°C у 2018 р. та 1,2°C у 2019 р.

Найбільш впливовими на ріст і розвиток рослин упродовж весняно-літнього періоду вегетації рослин є атмосферні опади. Коливання кількості опадів за роками вирощування було як у бік збільшення, так і у бік зменшення порівняно з середньою багаторічною нормою.

У квітні упродовж двох років досліджень (2017 р. і 2019 р.) сумарна кількість опадів була більшою (на 13,3 і 16,1 мм або 40,3 і 48,8%) за середню багаторічну норму (33,0 мм) і становила 46,3 мм у 2017 р. та 49,1 мм у 2019 р. У 2018 р. опадів упродовж квітня випало на 33,0 мм менше за норму.

У травні упродовж 2017 р. та 2018 р. опадів випадало менше за норму (42,0 мм) на 5,4 та 10,3 мм, у 2019 р. їх було на 0,6 мм більше від норми.

Червень характеризувався дефіцитом вологи упродовж двох років (2017 р. та 2018 р.), коли опадів було на 37,2 та 23,0 мм менше за норму – 45,0 мм, особливо нестача опадів відчувалася у першій декаді місяця. У 2019 р. упродовж червня випадали рясні дощі, сумарна кількість яких перевищувала середню багаторічну норму на 12,7 мм, або 28,2% (рис. 2.3).

Кількість опадів у липні позитивно впливала на рослини. Достатня їх кількість під час наливу бобів сприяла поліпшенню показників якості зерна та збільшувала врожайність культур. Більшість років характеризувалися достатньою та надмірною кількістю вологи у липні. Так, упродовж 2018 р. та 2019 р. сумарна кількість опадів у липні перевищувала середню багаторічну норму (49,0 мм) на 1,4 та 21,5 мм, або 2,8 та 43,8% відповідно. У 2017 р. опадів було менше за норму на 26,1 мм.

Кількість опадів у серпні у 2017 р. знаходилась в межах норми (38,0 мм) і становила 35 мм. Погодні умови осені 2018 року були теплими та недостатньо зволженими. Так, середньодобова температура повітря у вересні становила 25,3°C за норми 21,3°C, сума опадів була меншою від середньобагаторічної норми на 37,2 мм. Надмірно зволожений був серпень

2019 р. Кількість опадів перевищила норму на 28,3 мм за абсолютного показника 66,3 мм.

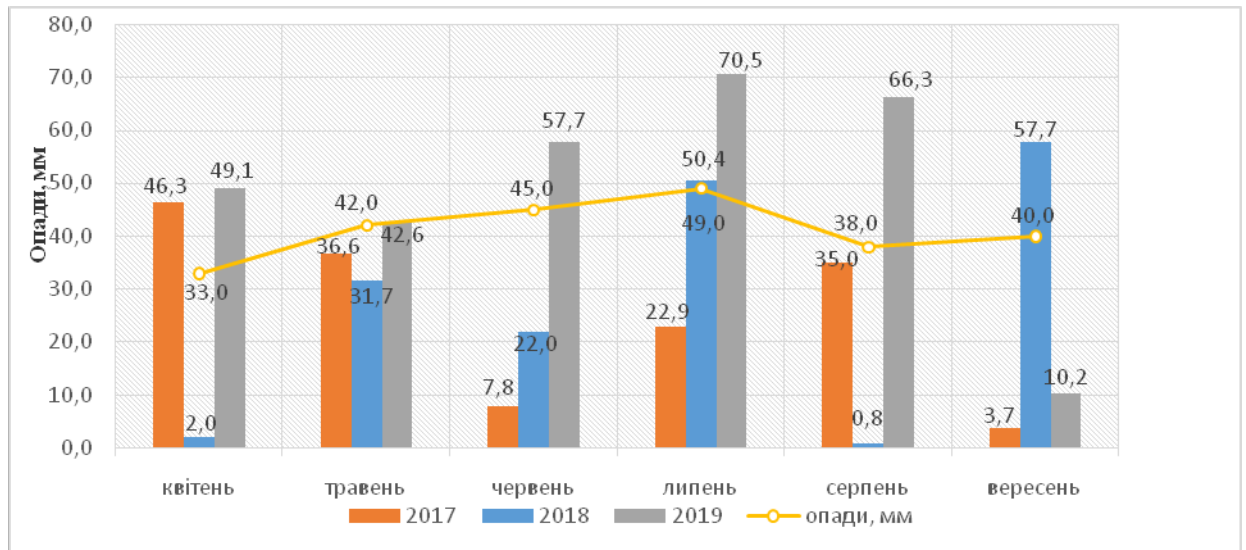


Рис. 2.3. Кількість опадів упродовж вегетаційного періоду сої в умовах Південного Степу України, мм (2017–2019 рр.)

Погодні умови вересня упродовж трьох років були теплими та в окремі роки недостатньо зволженими. Так, середньодобова температура повітря у вересні становила 19,2°C у 2017 р., 18,2°C у 2018 р. та 17,6°C у 2019 р. за норми 16,4°C. Сума опадів була меншою від середньобагаторічної (40,0 мм) на 36,3 мм у 2017 р. і 29,8 мм у 2019 р. Кількість опадів у 2018 р. перевищила норму на 17,7 мм, або на 44,2%.

Суми температур є істотним чинником клімату при вивченні умов росту і розвитку сільськогосподарських культур, які відображають ресурси теплоти тієї чи іншої області. Південний Степ забезпечений найбільшими ресурсами теплоти й сонячної радіації.

За роки проведення досліджень відмічена нерівномірність випадання опадів та значні коливання температури порівняно із середніми багаторічними показниками.

Для комплексної оцінки умов зволоження упродовж досліджуваних років визначали гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г. Т. Селянинова, який виражає відношення опадів до температури (табл. 2.7). Суми температур використовуються як показники, що характеризують кількість тепла в певній місцевості за певний період. Для сільськогосподарської оцінки термічних ресурсів клімату Г. Т. Селянінов вперше використав суми температур за період із середньодобовими температурами вище 10°C. Вони є показником забезпеченості теплом періоду активної вегетації сільськогосподарських культур у помірних широтах.

Таблиця 2.7

Гідротермічні умови вегетаційних періодів сої в умовах Південного Степу України за 2017–2019 рр.

Роки	∑ опадів, мм	∑ температур >10 °С	Гідротермічний коефіцієнт	Умови вегетаційного періоду
2017	160,0	3206,8	0,33	Госто посушливий
2018	164,6	3569,3	0,46	Дуже посушливий
2019	242,4	3145,3	0,77	Посушливий

Примітка: 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

Для нормального розвитку рослин сої досліджуваних сортів необхідною є сума ефективних температур (вище 10°C), яка знаходиться в межах 1600–1800°C. За роки проведення досліджень сума ефективних температур вище 10°C становила у 2017 році 3206,8°C, у 2018-му – 3569,3°C і 2019-му – 3145,3°C.

Отже, в усі роки спостерігалась надмірна кількість ефективних температур.

За показником ГТК у весняно-осінній період (квітень–вересень) серед трьох досліджуваних років один (2017 р.) був гостро посушливий (ГТК=0,33), один (2019 р.) – посушливий (ГТК=0,77), один (2018 р.) – дуже посушливий (ГТК=0,46).

Цікаві результати одержані щодо аналізу температурного індексу (який відображає витрати теплових ресурсів на створення одиниці продукції) в різні за вологозабезпеченням роки (табл. 2.8).

Так, наприклад, цей показник при вирощуванні скоростиглих сортів сої у гостро посушливому 2017 р. становив 1060,8–1228,0, у дуже посушливому 2018 р. – 738,5–973,9, а у посушливому 2019 р. склав 772,5–1038,7.

За вирощування середньостиглих сортів спостерігалось збільшення температурного індексу. Найвищі показники в усі роки відмічено за вирощування сорту Вінні.

Таблиця 2.8

Температурний індекс (T_u) за вирощування сортів сої різних груп стиглості в умовах Південного Степу України

Група стиглості	Сорт	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Скоростигла	Асука	1060,8	738,5	922,4
	Кофу	1170,4	845,9	936,4
	Аляска	1228,0	912,2	950,8
	Хуторяночка	1117,9	759,2	772,5
	Княжна	1192,8	898,8	936,4
	Самородок	1222,0	973,9	1038,7
	Тундра	1016,5	758,4	818,5
	Білявка	1041,5	793,2	868,2
	Мавка	1089,8	838,2	824,8
	Альянс	1118,7	808,7	875,3
Ранньостигла	Кіото	1168,1	831,4	893,5
	Амадеус	1107,0	855,5	893,5
	Аріса	1062,5	815,1	857,8
	Мерлін	1289,2	834,8	851,0
	Діадема Поділля	1297,1	824,8	916,5
	Атланта	1016,5	796,3	920,4
Середньорання	Ліссабон	1098,7	800,6	866,1
	Кордоба	1137,6	716,6	872,9
	Оріана	1365,1	1035,9	966,9
	Вежа	1185,5	895,8	992,6
Середньостигла	Кент	1018,9	800,7	926,4
	Падуа	1267,5	908,5	1067,5
	Вінні	1459,7	1081,1	1071,9

Отже, результати аналізу погодних умов за весняно-літній вегетаційний період свідчать про нестабільність показників гідротермічного коефіцієнта в роки досліджень.

Це має негативний вплив для вирощування сої, оскільки традиційні технології вирощування необхідно адаптувати до таких змін погодних умов. Залежність урожайності сортів сої від комплексу погодних умов, які склалися за вегетаційний період, описується таким рівнянням регресії:

$$Y=28,1015+0,0124*T-1,1862*T^{0,5}-0,0141*R+0,3909*R^{0,5}.$$

За результатами аналізу моделі встановлено помірний зв'язок урожайності сортів сої від впливу погодних умов ($R=0,4236$), де ефективність зазначених факторів становить лише 17,9% (D).

Модель свідчать про те, що у 2017 році в усіх досліджуваних сортів сої розрахований за математичною моделлю оптимум урожайності переважав фактичний показник, що підтверджує існування закономірності низького рівня реалізації потенціалу сорту у цьому році, тоді як у 2018 році оптимум урожайності був меншим за фактичний показник, що свідчить про високий рівень реалізації потенціалу сортів (рис. 2.4).

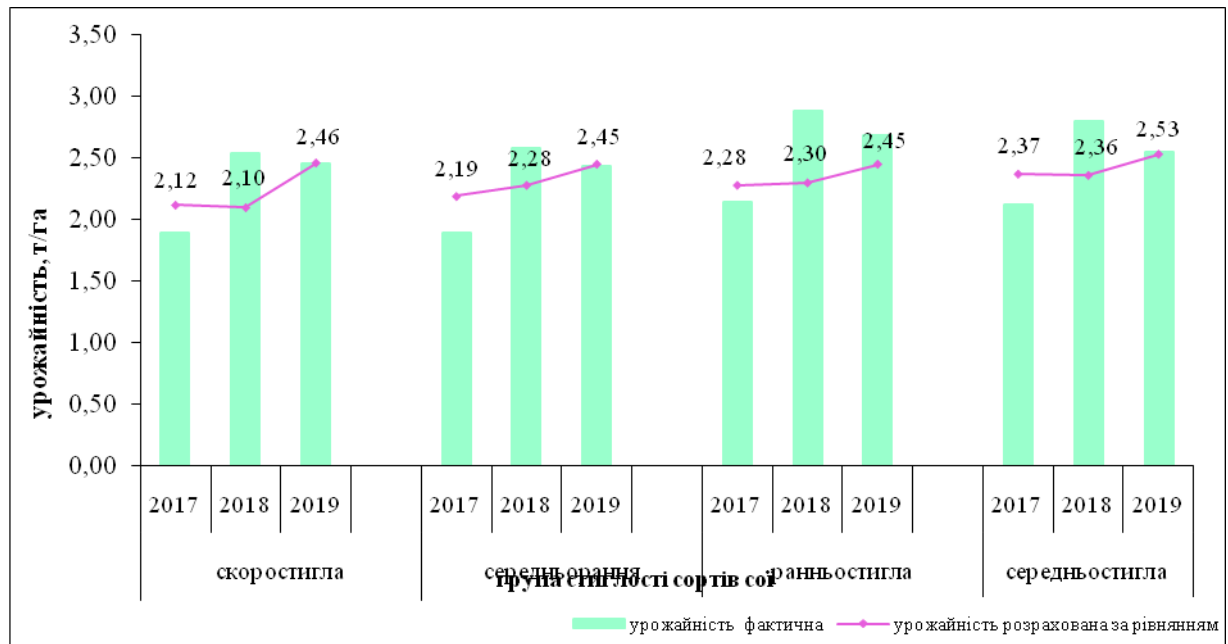


Рис. 2.4. Урожайність сортів сої різних груп стиглості фактична та розрахована за показниками метеорологічних умов Південного Степу України

За результатами аналізу встановлено, що точніший прогноз забезпечує розрахунок урожайності за погодними умовами 2019 року, де отримані показники максимально наближені до фактичних.

Кліматичні умови південного регіону нашої країни сприятливі для формування високої продуктивності сої. Проте через недостатню кількість опадів при значному надходженні теплових ресурсів потенційні можливості сортів часто не реалізуються повною мірою.

Отже, одержання високих і стабільних урожаїв сої з максимальним використанням ґрунтово-кліматичного потенціалу Південного Степу можливе лише за умов достатнього вологозабезпечення. Ураховуючи вищенаведене, сучасні технології повинні охоплювати нові підходи щодо удосконалення елементів вирощування зернобобових культур в умовах недостатнього, нестійкого та нестабільного зволоження з метою одержання стабільних урожаїв.

2.3. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України

Клімат Західного Лісостепу помірно континентальний з теплим і достатньо вологим літом. Зима порівняно тепла, малосніжна, з частими відлигами. Середньорічні температури повітря становлять $+6,8-7,4^{\circ}\text{C}$. Найтепліший липень $+17,6-18,5^{\circ}\text{C}$, найнижчі температури у лютому – мінус $4,4-4,7^{\circ}\text{C}$. Середня максимальна температура повітря у липні – $+24,3-24,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум у серпні $+37-38^{\circ}\text{C}$. Середній мінімум узимку $-7,9^{\circ}\text{C}$. [10]. Сума плюсових температур – 3025°C . Перехід температур вище 0°C відбувається в середньому 11–13 березня, а у зворотному напрямі – 25–27 листопада. Період з додатними температурами триває 259–262 доби. Перші заморозки спостерігаються в повітрі на початку жовтня, а останні – в другій декаді квітня [24]. Сталий сніговий покрив настає в грудні, сходить у березні.

Тривалість безморозного періоду становить 161 день (з коливаннями від 104 до 187 днів). Тривалість вегетаційного періоду з температурою повітря понад $+5^{\circ}\text{C}$ – 205–215 діб, а з температурою $+10^{\circ}\text{C}$ – 155–160 діб. Сума ефективних температур (вище 10°C) становить 2300–2600 $^{\circ}\text{C}$, що задовольняє вимоги основних сільськогосподарських культур [10].

Середня багаторічна сума опадів становить 594–664 мм, з яких близько 70% – за вегетаційний період сільськогосподарських культур. Найвологішими є червень та липень (кількість опадів 80–100 та 90–100 мм). Загалом упродовж теплого періоду (квітень–жовтень) випадає 443–528 мм опадів, холодного – 90–100. Сніговий покрив через часті відлиги є нестійким.

Загальною особливістю клімату західного Лісостепу України є його одноманітність: літо прохолодне, а зима порівняно з іншими зонами тепла. Перехід від однієї пори року до іншої поступовий і тривалий. Вологість повітря майже ніколи не знижується до критичної. У ґрунті частіше спостерігається надлишок вологи, аніж її нестача.

Відновлення вегетаційного періоду припадає на середину березня – початок квітня, а закінчується він восени – на початку листопада. Тривалість вегетаційного періоду становить у середньому 210 днів.

Материнськими породами є сірі лісові ґрунти, розташовані на значній площі у східній частині Кременецьких гір. Ці ґрунти розміщуються на оптимально дренованих вододільних плато і сформувалися на карбонатних лесах під широколистяними лісами з добре розвиненою трав'янистою рослинністю. Згідно з літературними даними ґрунти містять 2,5–4,0% гумусу, середньо забезпечені калієм, достатньо – рухомим фосфором, серед обмінних катіонів переважають Са і Mg [18]. За агрохімічною характеристикою сірі лісові ґрунти Кременецького горбогір'я відносять до нейтральних та близьких до нейтральних (показник рН у межах 5,7–6,6), вони відзначаються низьким вмістом доступних форм азоту і калію (5,0–11,2 і 0,2–3,8 мг/100 г відповідно за Кірсановим), переважно середньою, підвищеною і високою кількістю фосфору (8,0–24,3 мг/100г ґрунту) [10]. Ґрунти мало структурні,

мають добрі фізичні властивості, не запливають. Їм властива достатня аерація та добра водоутримуюча здатність [18].

Аналіз кліматичних умов Західного Лісостепу показує, що за сумою опадів і активних температур ця зона відповідає біологічним вимогам вирощування сільськогосподарських культур, але якщо ККД енергії ФАР у зоні недостатнього зволоження (Степ) становить 1–2, у зоні обмеженого зволоження (центральний Лісостеп) – 2–3–4, то в зоні надмірного зволоження (західний Лісостеп) – 4–5%. Це свідчить про те, що показник сонячної інсоляції в період максимального формування урожаю є нижчим за норму і не дозволяє в окремі роки формувати урожай насіння з відповідними якісними показниками. Ґрунти переважно низької природної продуктивності, що за фізичними, фізико-хімічними та агрохімічними показниками значно відрізняються за своїми величинами по природних зонах, що вимагає застосування певних агрозаходів для їх покращень.

Агрометеорологічні умови формування врожаю сої Західному Лісостепу України

Для вирішення поставлених завдань досліди було закладено на дослідному полі ТОВ «Агрофірма «МЕДОБОРИ», яке розташоване в с. Кам'янки Підволочиського району Тернопільської області.

Ґрунт господарства, в межах землекористування якого були проведені дослідження, характеризується такими показниками: чорнозем звичайний опідзолений. Вміст органічної речовини в орному шарі ґрунту (0–30 см) становить 4,4%, рН водної витяжки становить 6,9–7,2 (реакція ґрунтового розчину нейтральна), $pH_{буф}$ – 7,2. Кількість нітратного азоту (NO_3) дуже висока і становить 21,0 мг/кг, вміст фосфору (за Брейєм) середній – 26 мг/кг ґрунту. Вміст розчинних солей у ґрунті становить 0,21–0,48 ммоль/см, сума катіонів – 21,5–27,2 мг-екв/100 г. Насиченість ґрунту необхідними для рослин мікроелементами: магнієм (6%), кальцієм (92%), калієм (2%), натрієм (0%) – дуже низька. Вміст S коливався від 10 до 12 мг/кг ґрунту (висока

забезпеченість). Забезпеченість ґрунту рухомими сполуками металів з використанням екстрагенту ААБ (амонійно-ацетатний буфер) висока і становить: К – 187–248 мг/кг, Са – 3844–5215 мг/кг, Mg – 132–195 мг/кг, Na – 16–27 мг/кг.

Результати аналізу ґрунту за допомогою методу вилучення ДТРА (диетилентриамінпентаоцтова кислота) показали вміст у ґрунті Zn 0,30–0,55 мг/кг, Fe – 18,7–29,9 мг/кг, Mn – 10,2–17,1 мг/кг, Cu – 0,62–0,94 мг/кг.

У 2017–2019 рр. було проведено детальний аналіз погодних умов зони дослідного поля впродовж вегетаційного періоду сої. Аналіз показників погодних умов років досліджень свідчить про їх відмінність як між собою, так і порівняно з середніми багаторічними показниками (табл. 2.9). У 2017 році в період сівба–повні сходи середня температура повітря за першу декаду травня становила 11,6°C, що нижче від норми на 2,5°C. У другій декаді травня погодні умови змінилися і середня температура повітря підвищилася до 12,9°C, проте уже в третій декаді вона становила 16,0°C. Загалом середня місячна температура повітря становила 13,5°C, була нижчою від норми на 0,6°C. Середньодобова температура повітря червня дещо перевищувала норму на 1,4°C, становила 18,2°C і була оптимальною для проходження фази цвітіння. Температурні показники липня коливались, відповідно у період I та III декад вони перевищували норму на 2,6–0,2°C, проте у I декаді температура була нижчою за норму на 1,3°C.

Серпень – період інтенсивного росту і розвитку рослин, якісного формування і дозрівання насіння сої, був також теплим з температурою повітря 20,4°C, що на 2,4°C перевищувало багаторічний показник.

Вереснева температура повітря була низькою. У III декаді цього місяця спостерігалось різке зниження середньодобової температури повітря порівняно з нормою до 11,5°C. Середня температура повітря за місяць становила 14,1°C, що на 0,5°C перевищувало норму.

За даними 2018 року було відмічено, що період вирощування сої був теплішим порівняно з 2017 роком та середньобагаторічними показниками.

Таблиця 2.9

**Середньодобова температура повітря (°C) та кількість опадів (мм)
упродовж вегетаційного періоду сої в умовах Західного Лісостепу
України**

Місяць	Декади	Температура повітря, °C				Опади, мм			
		2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-багаторічна	2017 р	2018 р	2019 р	Середньо-багаторічна
Квітень	I	10,1	10,3	8,3	7,2	3,8	8,0	6,6	50,0
	II	6,3	15,1	7,4		5,4	1,0	16,1	
	III	9,4	15,2	12,6		21,2	3,1	64,4	
За місяць		6,1	13,5	9,4		30,4	12,1	87,1	
Травень	I	11,6	18,1	9,7	14,1	56,4	3,0	80,6	75,0
	II	12,9	13,9	14,9		7,0	44,1	37,8	
	III	16,0	18,3	16,4		29,3	1,0	38,7	
За місяць		13,5	16,8	13,7		92,7	48,1	157,1	
Червень	I	17,0	19,5	19,2	16,8	7,4	1,0	41,9	94,0
	II	17,6	19,5	23,0		29,1	43,0	0,0	
	III	20,1	16,8	20,1		25,8	38,0	45,0	
За місяць		18,2	18,6	20,8		62,3	82,0	86,9	
Липень	I	17,1	18,6	17,8	18,4	29,0	3,1	13,1	94,0
	II	18,6	19,2	16,4		23,6	60,0	14,1	
	III	21,0	21,2	21,3		36,2	35,6	11,0	
За місяць		18,9	19,7	18,5		88,8	98,7	38,2	
Серпень	I	23,1	21,7	19,1	18,0	33,4	6,0	0,3	80,0
	II	21,8	20,9	19,6		1,0	8,0	16,4	
	III	16,2	18,7	21,1		57,2	3,3	0,3	
За місяць		20,4	20,4	19,9		91,6	17,3	17,0	
Вересень	I	15,3	17,8	18,5	13,6	37,8	6,0	1,6	55,0
	II	15,6	16,9	14,0		7,8	0,0	2,7	
	III	11,5	10,8	12,4		68,8	21,7	16,5	
За місяць		14,1	15,2	15,0		114,4	27,7	20,8	

У період сівба–повні сходи (травень) температура повітря становила 16,8°C і була вищою за середньобагаторічний показник (14,1°C) на 2,7°C. Середньомісячна температура повітря за червень становила 18,6°C, у першій і другій декадах вона перевищувала середні показники на 2,7°C і становила

19,5°C, а в третій декаді – була на рівні середньобагаторічних показників (16,8°C).

Період розвитку та дозрівання генеративних органів (липень і серпень) у сої характеризувався високою середньодобовою температурою – 19,7 та 20,4°C, що більше на 1,3 та 2,4°C відповідно порівняно з середньобагаторічними показниками. Середньодобова температура вересня становила 15,2°C і була вищою за середні багаторічні показники на 1,6°C. Проте подекадно спостерігались коливання температури: так, у першій декаді показник був більшим за середньобагаторічний на 4,2°C, у другій декаді – на 3,3°C, а у третій декаді спостерігалось різке зниження температури до 10,8°C, що на 2,8°C нижче від норми.

Гідротермічні умови 2019 року показують, що середньодобова температура квітня становила 9,4°C і була вищою за багаторічний показник на 2,2°C.

Післясходовий період (травень) характеризувався дещо пониженою температурою 13,7°C порівняно з середньобагаторічними показниками (14,1°C). У період цвітіння, утворення та наливу насіння спостерігалась висока середньодобова температура 20,8 та 18,5°C, що на 4,0 та 0,1°C більше від середньобагаторічних даних. Середня температура повітря за серпень була 19,9°C, що вище за норму на 1,1°C. На початку вересня така погода продовжувалась. Середня температура повітря за першу декаду становила 18,5°C. У третій декаді вересня температура повітря знизилася до 12,4°C. Загалом середньомісячна температура повітря за вересень становила 15,0°C, що більше за середньобагаторічний показник на 1,4°C.

За рівнем вологозабезпечення вегетаційний період сої упродовж років досліджень відрізнялись між собою та від середньобагаторічних даних, а розподіл опадів між місяцями був досить нерівномірним.

У 2017 році у квітні опадів випало 21,2 мм, проте на період сівби насіння сої (13 травня) їх випало на 17,7 мм більше за норми 75,0 мм. Оптимальні метеорологічні умови травня сприяли появі дружніх і

рівномірних сходів сортів сої. У червні кількість опадів становила 62,3 мм, що на 31,7 мм менше за багаторічний показник (табл. 9). Найбільше опадів випало у другій та третій декаді червня. Це уможливило інтенсивне проходження фаз розвитку рослин сої. Упродовж липня пройшли дощі у кількості 88,8 мм, що на 5,2 мм менше за норму.

Серпень – період формування бобів – був достатньо теплим та зволеним. У серпні випало опадів більше за середньобагаторічну норму, 91,6 мм, що позитивно вплинуло на формування і дозрівання насіння сої, оскільки саме в цей період соя потребує великої кількості опадів. За їх відсутності насіння у верхніх ярусах рослин сої не наливається, що негативно впливає на рівень урожаю.

Надмірна кількість опадів упродовж вересня 111,4 мм за середньобагаторічної норми 55,0 мм негативно вплинуло на рівномірність дозрівання насіння, а також на проведення збирання врожаю.

Кліматичні умови 2018 року були більш сприятливими для росту і розвитку рослин сої та формування урожайності порівняно з 2017 роком. За період травень–вересень опадів випало 246,1 мм, що менше за середньобагаторічну норму на 151,9 мм. Температура повітря загалом за вегетаційний період становила 18,9°C.

Упродовж квітня випало 12,1 мм опадів, що на 37,9 мм менше, ніж багаторічні показники. Ці умови були сприятливими для підготовки ґрунту під посів сої.

Після сівби сої (1 травня) температурний режим травня був вищим на 2,7°C, ніж середньобагаторічні показники. Кількість опадів упродовж місяця становила 48,1 мм за норми 75,0 мм. Слід відмітити першу та третю декади цього місяця, упродовж яких випала найменша кількість опадів (3,0 та 1,0 мм).

У першій декаді червня кількість опадів становила лише 1,0 мм, проте в подальшому вона різко збільшилася до 43,0 мм у другій декаді та 38,0 мм у третій декаді. Дефіцит опадів у червні в середньому становив 12,0 мм

порівняно із середнім багаторічним показником (94,0 мм), що значно впливало на проходження фенологічних фаз росту і розвитку сої.

Липень – основний місяць росту і розвитку рослин сої та формування її генеративних органів. За вологозабезпеченістю липень (98,7 мм) перевищував багаторічний показник (94,0 мм) на 4,7 мм.

Значно погіршилась ситуація в серпні та вересні. Повітряна та ґрунтова посуха і нестача опадів негативно впливали на формування та наливання насіння сої. За цей період випало 17,3 та 27,7 мм опадів, тоді як середньомісячний багаторічний показник становив 80,0 і 55,0 мм.

Сівбу сої у 2019 р. проводили 22 квітня. Погодні умови, що передували сівбі (I декада квітня), відзначались температурою повітря 8,3°C, а кількість опадів становила 6,6 мм. Загалом за квітень середньомісячна температура повітря становила 9,4°C, кількість опадів – 87,1 мм. Це зумовило дружнє проростання насіння і появу сходів. Проте сумарна кількість опадів у травні була найвищою за вегетацію 157,1 мм та вдвічі більшою за середньобагаторічний показник (75,0 мм).

У червні та липні спостерігався також значний дефіцит вологи 86,9 мм і 38,2 мм за норми 94,0 мм. Таке явище негативно вплинуло на ріст і розвиток рослин та бобів сої, оскільки в цей період необхідність вологи найбільша.

Найбільш критичними щодо вологозабезпечення виявилися серпень та вересень. Кількість опадів у серпні (17,0 мм) була найменшою за всю вегетацію і становила лише 21,3% від середньобагаторічної (80,0 мм). У першій, другій та третій декадах випало лише 0,3, 16,4 та 0,3 мм опадів. Опади у вересні також були незначними – 20,8 мм, що менше на 34,2 мм від середньобагаторічних показників. Проте, зважаючи на вищесказане, дозрівання насіння проходило в достатньо необхідних для сої умовах: відносно висока температура, недостатня кількість вологи практично не впливали на рівномірність дозрівання насіння, а також на проведення збирання врожаю.

Для комплексного оцінювання погодних умов визначали ГТК – інтегральний показник, що відображує спільний вплив температури та опадів (табл. 2.10). Умови тривалості вегетаційного періоду сої у 2017 і 2019 рр. були оптимальні за вологозабезпеченням (ГТК=1,38 і 1,40); 2018 р. – слабо посушливими (ГТК=1,05), що дало змогу дослідити вплив погодних умов на урожайність насіння. Так, у 2017 році гідротермічний коефіцієнт упродовж періоду травень–вересень становив 1,38. Цей рік характеризується достатньою кількістю опадів (309,8 мм) за період вегетації сої. У 2018 р. ГТК становив 1,05.

Таблиця 2.10

Гідротермічні умови вегетаційних періодів сої в умовах Західного Лісостепу України за 2017–2019 рр.

Рік	Σ опадів, мм	Σ температур > 10 °С	Гідротермічний коефіцієнт	Умови вегетаційного періоду
2017	309,8	2240,3	1,38	Оптимальний
2018	246,1	2340,4	1,05	Слабо посушливий
2019	384,0	2737,4	1,40	Оптимальний

Примітка: 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

Названий рік можна охарактеризувати як слабо посушливий для вирощування сої з найменшою кількістю опадів (246,1 мм) порівняно з досліджуваними роками і температурою повітря 2340,4°C. Період квітень–вересень 2019 року був оптимальним з найбільшою кількістю опадів (384,0 мм) і підвищеною температурою повітря. Гідротермічний коефіцієнт у цей рік становив 1,40 за його оптимального значення для культури 1,0–1,7.

Розрахунки показника температурного індексу показали, що найвищі витрати теплових ресурсів на тону насіння сої ($T_u=577,5-1035,0$) були у 2017 році. Найоптимальніше використовували термічні ресурси ($T_u=472,0-765,9$) сорти сої у слабопосушливому 2018 р. (табл. 2.11). Аналіз результатів досліджень показав, що найменшу кількість тепла на формування одиниці

врожаю використовував скоростиглий сорт Білявка з показником: 577,5 у 2017 р., 472,0 у 2018 р., 521,5 у 2019 р. Найбільшу кількість тепла на формування 1 т насіння використовував скоростиглий сорт Самородок: 1035,0 у 2017 р., 769,5 у 2018 р., 808,0 у 2019 р.

Таблиця 2.11

Температурний індекс (T_u) за вирощування сортів сої різних груп стиглості в умовах Західного Лісостепу України

Група стиглості	Сорт	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Скоростигла	Асука	696,8	559,2	592,4
	Кофу	770,6	600,9	658,0
	Аляска	955,4	628,7	703,8
	Хуторяночка	751,4	554,9	629,3
	Княжна	831,3	619,7	689,4
	Самородок	1035,0	765,9	808,0
	Тундра	613,4	501,2	571,8
	Білявка	577,5	472,0	521,5
	Мавка	663,5	591,9	569,9
	Альянс	757,5	613,3	608,1
Ранньостигла	Кіото	870,2	625,7	637,4
	Амадеус	799,6	623,6	667,1
	Арса	682,8	545,2	599,7
	Мерлін	770,0	580,8	625,8
	Діадема Поділля	854,3	627,8	642,2
	Атланта	806,5	615,3	664,5
Середньорання	Ліссабон	892,5	651,9	638,1
	Кордоба	699,9	569,0	539,4
	Оріана	892,5	669,6	730,8
	Вежа	900,8	641,3	745,8
Середньостигла	Кент	708,4	620,1	699,8
	Падуа	916,8	700,4	741,7
	Вінні	897,9	704,8	744,3

Аналіз теплоенергетичних умов росту, розвитку і формування врожаю сої в умовах Західного Лісостепу дозволив зробити висновок, що кількість тепла, що надходить, значною мірою впливає на продуктивність рослин, проте не є фактором, що обмежує їх врожайність. Водночас виявлено, що ступінь використання тепла залежить від вологозабезпечення та інших

факторів. Згідно з отриманими даними температурного індексу встановлено, що найбільш ефективно тепло використовується в сухий рік з високим теплозабезпеченням.

Отже, погодні умови упродовж періоду проведення досліджень характеризувались контрастністю, оскільки метеорологічні показники суттєво відрізнялись від середніх багаторічних, що мало відповідний вплив на процеси росту і розвитку рослин сої та на формування продуктивності.

Для узагальнення результатів досліджень щодо впливу погодних умов на урожайність сортів сої у середньому за 2017–2019 рр. розроблено математичну модель, яка показує помірну тісноту зв'язку між погодними умовами та рівнем урожайності та описується рівнянням регресії:

$$Y=108,8873+0,0436*T-3,8160*T^{0,5}+0,0766*R-2,6503*R^{0,5}.$$

Множинний коефіцієнт кореляції між сумою активних температур та кількістю опадів за вегетаційний період сої становив $R=0,5606$ за коефіцієнта детермінації $D=31,4\%$. Розрахована врожайність культури як за температурним режимом, так і за рівнем зволоження знаходяться на рівні фактичної лише у 2019 році (рис. 2.5).

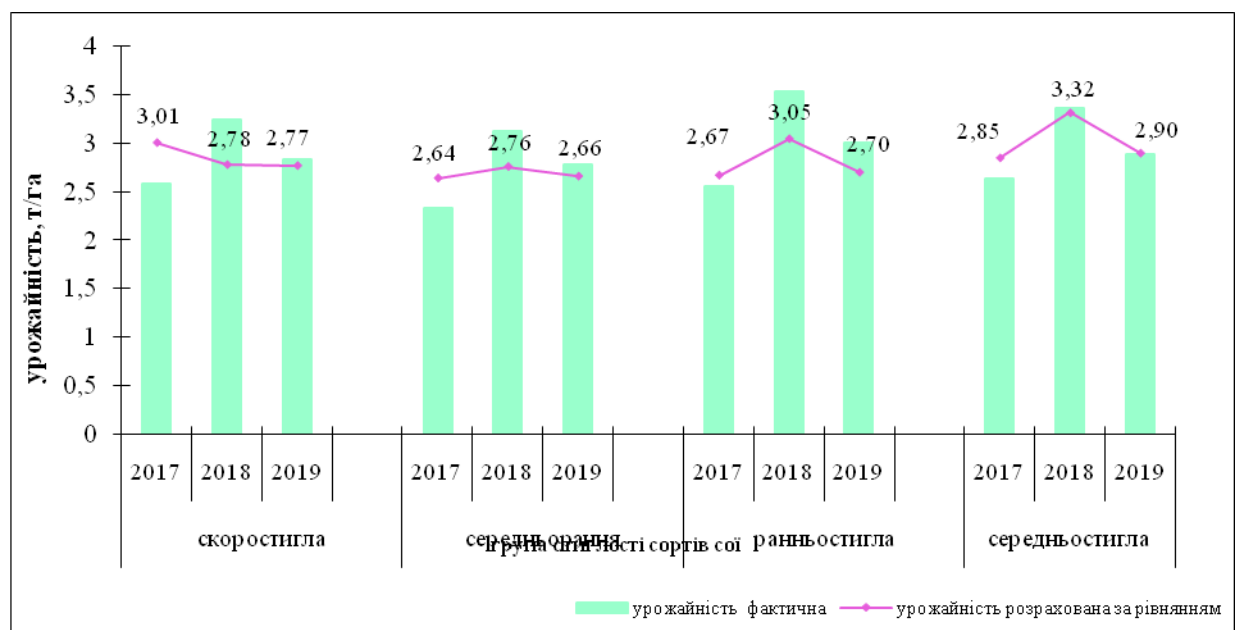


Рис. 2.5. Фактична та розрахована урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від комплексу погодних умов, що склалися за вегетаційний період в Західному Лісостепу України

Слід зазначити, що чітка закономірність збільшення рівня розрахункової врожайності від фактичної відмічена за комплексного впливу погодних умов, які склалися у 2017 році, що підтверджує існування закономірності низького рівня реалізації потенціалу сортів за таких умов вирощування. У 2018 році розрахований за математичною моделлю оптимум врожайності культури був значно нижче від фактичного. Лише у середньостиглої групи сортів математично розрахований за погодними умовами оптимум врожайності був близький до фактичного.

2.4. Характеристика досліджуваних сортів сої та застосованих регуляторів росту

У процесі здійснення поставлених завдань нами вивчалось 23 сорти сої вітчизняної і зарубіжної селекції, які занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні:

Аріса. Оригіна́тор: Семенсес Прогрейн ІНК. Ранньостиглий. Вегетаційний період становить 115–125 днів. Сорт має міцне стебло, що зумовлює високу стійкість до вилягання (9 балів). Висока посухостійкість. Висота рослин 95 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 8 см. Вміст білка 22%. Високий вміст протеїну – 42%. Маса 1000 шт. насінин 188–204 г. Гарантовано стабільні результати на всіх типах ґрунтів. Зони вирощування Лісостеп, Полісся.

Асука. Оригіна́тор: Семенсес Прогрейн ІНК. Скоростиглий. Період вегетації 110–120 днів. Висота прикріплення нижнього бобу – 8 см. Стійкість до вилягання і до розстріскування бобів – висока (8 балів). Стабільність/пластичність – висока (8 балів). Маса 1000 шт. насінин 180–190 г. Вміст протеїну 42,0 %. Норма висіву 450–550 тис/га. Зони вирощування Лісостеп, Полісся.

Аляска. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Скоростиглий. Період вегетації 95–105 днів. Маса 1000 шт. насінин 170,1–191,5 гр. Вміст протеїну 40,0%, вміст білка – 46–48%. Розміщення прикріплення нижнього бобу – 7 см. Стійкість до вилягання і до розтріскування 7 балів. Висока холодостійкість та темпи початкового росту. Резистентність до хвороб. Норма висіву 560–600 тис/га. Рекомендовано для посіву на всіх типах ґрунтів. Відповідає високим вимогам харчової промисловості: для масового виробництва тофу, мисо, напоїв тощо. Зона вирощування – Полісся.

Амадеус. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Ранньостиглий. Вегетаційний період становить 115 днів. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Вміст білка 38–47%. Рекомендована зона вирощування – Лісостеп. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Кіото. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Ранньостиглий. Вегетаційний період становить 120–128 днів. Висота рослин 70–75 см. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Вміст білка – 43%. Олійність становить 21%. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Зони вирощування Полісся, Лісостеп, Степ.

Кофу. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Скоростиглий. Вегетаційний період становить 107–117 днів. Маса 1000 шт. насінин: 185,2–208,3 гр. Олійність становить 21–23%, вміст білка 41–43%. Гарна пластичність і стабільність (8 балів). Висота прикріплення нижнього бобу – 6 см. Норма висіву 420–590 тис/га. Стійкість до вилягання – 8 балів. Стійкість до розтріскування бобів – 8 балів. Адаптований до всіх типів ґрунтів. Зони вирощування Полісся, Лісостеп, Степ.

Альянс. Оригінатор: Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік». Характерною ознакою цього сорту є підвищена кількість бобів на рослині та насінин у бобі (до 40% 4-насінних), висока стійкість до вилягання рослин та осипання насіння. Скоростиглий, період вегетації – 88–93 дні. Сума активних температур – 2065°C. Висота рослин – 75–110 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 12–16 см. Маса 1000 шт. насінин 160–195 г.

Ураженість хворобами – 1–2 бали. Пошкодження шкідниками – 0–1 бал. Вміст білка – 41–42%, олії – 19–21%. Норма висіву: 700–850 тис. схожих насінин/га. Зона вирощування Лісостеп.

Атланта. Оригіатор: Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік». Сорт середньоранній, вегетаційний період 114–118 днів. Характерною ознакою цього сорту є підвищена кількість бобів на рослині та насінин у бобі (до 40% 4-насінних), висока стійкість до вилягання рослин та осипання насіння. Зони вирощування Степ, Лісостеп, Полісся.

Білявка. Оригіатор: Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік». Характерною ознакою цього сорту є дуже короткий вегетаційний період та висока стійкість до розтріскування бобів і висипання насіння після досягання. Група стиглості – ультраранній, період вегетації: 75–80 днів. Сума активних температур – 1797°C. Забарвлення опущення рослин – біле. Висота рослин – 70–120 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 14–16 см. Забарвлення квітки біле. Забарвлення рубчика жовте з вічком. Маса 1000 шт. насінин 150–170 г. Ураженість хворобами – 1–2 бали, пошкодження шкідниками – 0–1 бал. Вміст білка 39–42%, олії – 20–24%. Норма висіву: 700–950 тис. схожих насінин/га. Зони вирощування Степ. Рекомендований до поширення в усіх природно-кліматичних зонах України.

Мавка. Оригіатор: Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік». Ранньостиглий. Період вегетації: 98–100 днів. Сума активних температур – 2255°C. Забарвлення опущення рослин – біле. Висота рослин – 80–110 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 15–20 см. Забарвлення квітки – біле. Забарвлення рубчика – жовте з вічком. Маса 1000 шт. насінин 180–200 г. Ураженість хворобами і пошкодження шкідниками – 1 бал. Вміст білка 39–41 %, олії 17–21 %. Норма висіву: 550–650 тис. схожих насінин/га. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ.

Ліссабон. Оригіатор: «Заатбау Лінц». Вегетаційний період становить 95–100 днів. Висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см. Відмінна стабільність та якість зерна. Висока стійкість до вилягання та осипання – 9

балів. Маса 1000 шт. насінин 160–170 г. Висота рослин 70–80 см. Вміст білка – 41–43%. Олійність становить 22–24%. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Мерлін. Оригінатор: «Заатбау Лінц». Вегетаційний період становить 100–105 днів. Олійність становить 20–21%. Висота рослин 60–80 см. Висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см. Маса 1000 шт. насінин 140–145 г. Вміст білка 40–41%. Стійкість до вилягання – 8 балів. Стійкість до осипання – 7 балів. Рекомендована зона – Лісостеп. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Кордоба. Оригінатор: «Заатбау Лінц». Середньоранній. Вегетаційний період становить 110–115 днів. Олійність становить 20–21 %. Висота рослин 80–90 см. Висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см. Стійкість до вилягання і осипання – 9 балів. Маса 1000 шт. насінин 170–185 г. Зерно зі світлим рубчиком. Висока пластичність, стабільність. Вміст білка 38–40%. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Кент. Оригінатор: ТОВ «Заатбау Україна». Вегетаційний період становить 120–125 днів. Висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см. Характеризується високою стабільністю. Стійкість до вилягання і осипання – 9 балів. Маса 1000 шт. насінин 150–160 г. Висота рослин 70–90 см. Вміст білка 38–40%. Олійність становить 19–20%. Рекомендована зона – Степ. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Падуа. Оригінатор: ТОВ «Заатбау Україна». Вегетаційний період становить 122–125 днів. Висота рослин 70–90 см. Висота кріплення нижнього бобу – 12–15 см. Маса 1000 шт. насінин 190–220 г. Вміст білка 38,8–42 %. Олійність становить 21,1 %. Стійкість до вилягання – 8 балів, до осипання – 9 балів. Рекомендована зона – Лісостеп. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Хуторяночка. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Скоростиглий. Вегетаційний період становить 105–115 днів. Висота рослин 71–95 см. Висота кріплення нижнього бобу – 10–14 см. Маса 1000 шт. насінин 146–163 г. Олійність становить 20,8–21,6%. Вміст білка 39,1–41,4%. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Княжна. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Скоростиглий. Вегетаційний період становить 102–112 днів. Висота рослин 80–110 см. Висота кріплення нижнього бобу – 12–16 см. Вміст білка 36,1–41,0%. Олійність становить 19,8–22,5%. Маса 1000 шт. насінин 130–145 г. Характеризується високими смаковими якостями, тому широко використовується в промисловому харчуванні. Стійкість до вилягання – 8 балів, до осипання – 7 балів. Рекомендована зона – Полісся, Лісостеп, Степ. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Діадема Поділля. Оригінатор: 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, Степ.

Оріана. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Середньоранній. Вегетаційний період становить 90–110 днів. Висота кріплення нижнього бобу – 15–17 см. Маса 1000 шт. насінин 145–170 г. Олійність становить 18,7–21,7%. Вміст білка 38,9–40,9%. Стійкість до хвороб – 9 балів. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Рекомендована зона – Степ.

Вінні. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Середньостиглий. Вегетаційний період становить 112–125 днів. Сорт детермінантного типу росту. Висота рослин 80–110 см. Висота кріплення нижнього бобу – 13–17 см. Маса 1000 шт. насінин 136–147 г. Олійність

становить 20,1–22,9%. Вміст білка 37,6–39,7%. Стійкість до вилягання і до розтріскування – 7 балів. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Рекомендована зона – Лісостеп, Степ.

Вежа. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Середньоранній. Вегетаційний період: 104–115 днів. Висота рослин 85–100 см. Висота прикріплення нижнього бобу 14,0–19,0 см. Маса 1000 шт. насінин 185–210 г. Завдяки високому поєднанню вмісту білка і жиру в насінні має високі смакові якості, тому придатний для використання на харчові цілі. Вміст сирого протеїну в насінні – 39,3–40,3%, олії – 19,6–22,5%. Рекомендована зона – Лісостеп, Степ.

Самородок. Оригінатор: Інститут кормів та сільського господарства Поділля. Скоростиглий. Вегетаційний період: 97–117 днів. Висота рослин 66–78 см. Висота прикріплення нижнього бобу 11,0–15,0 см. Маса 1000 шт. насінин 138,8–149,4 г. Вміст білка в насінні – 41,0–41,7%, олії – 21,1–22,6%. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Рекомендована зона – Лісостеп.

Тундра. Оригінатор: Всеросійський НДІ сої. Скоростиглий. Вегетаційний період 100–112 днів. Висота рослин 85–95 см, висота прикріплення нижнього бобу – 13–14 см. Маса 1000 шт. насінин 190–230 г. Вміст білка і олії в насінні – 39,1 і 21,5% відповідно. Рекомендована зона – Лісостеп.

Характеристика застосованих регуляторів росту

Відомо, що інтенсивні технології вирощування базуються на широкому застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, однак неконтрольоване їх використання є економічно невиправданим та екологічно небезпечним. Тому останнім часом особливої актуальності набуває пошук альтернативних засобів впливу на формування господарсько-цінної частини урожаю сільськогосподарських культур.

На сьогодні перспективним у цьому напрямку є впровадження у виробництво рістрегулюючих речовин та бактеріальних препаратів, які у

низьких дозах здатні підвищувати потенціал біологічної продуктивності рослин у межах норми реакції генотипу, посилювати їх адаптаційну здатність до стресових чинників навколишнього середовища.

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). Результатом застосування альбіту є отримання значного додаткового врожаю сільськогосподарських культур. Найбільш результативним є використання альбіту як антидоту в поєднанні з запланованими обробками хімічними пестицидами: гербіцидами, інсектицидами, фунгіцидами та рідкими добривами в першій половині вегетації. Обприскування більшості культур проводиться 1–3-кратно в першій половині вегетації (до цвітіння включно), починаючи зі стадії 3–5 листків, з інтервалом між обробками 2–3 тижні. Заявник – Родоніт.

Атонік Плюс (Atonic Plus) – регулятор росту, біостимулятор на основі 3 синтетичних нітрофенолів (природних сполук у живих клітинах) з потужною регенеративною та антистресовою дією. Використовується з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур, значного покращення якості зібраних плодів, зниження ризику виникнення процесу фітотоксичності до оброблених рослин унаслідок використання інших пестицидів, що до них застосовувалися, також стійкості до коливання температури навколишнього середовища, засухи, zalivanja дощами. 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 при несприятливих умовах навколишнього середовища (навіть до -5°C). Має хорошу здатність суміщатись з різноманітними пестицидами бакових сумішей та добривами для покращення

їх результату і при цьому не вступає з ними в хімічні реакції. Заявник – Асахі Кемікал Європа.

Мегафол (Megafol) – стимулятор росту, антистресовий препарат, виготовлений із рослинних амінокислот, в особливому поєднанні з калієм, бетаїном, полісахаридами і прогормональними сполуками. Мегафол містить 28% вільних амінокислот та 15% вуглеводів. Рекомендується для обприскування посівів. Головне призначення цих продуктів – допомагати рослинам переносити стреси та посилювати стійкість до несприятливих умов середовища, хвороб, стимулює поглинання поживних речовин з ґрунту, підвищує 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 має у своєму складі комплекс біологічно поживних речовин. Він сприяє більш ефективному використанню корисних речовин рослинами і захищає рослину від хвороб. До складу «Вермистиму» входять: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, що активують ріст засоби, мікро- і макроелементи і 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 запасну 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. Застосовується препарат для контролю гормонального балансу та

постійного росту корневих кінчиків. Bioforge є продуктом реакції двох природних речовин: сечовини та мурашиної кислоти, які при поєднанні дають нову запатентовану речовину – диформіл сечовину, що є сильним антиоксидантом. Bioforge зупиняє сигнал для синтезу «стресового етилену», підтримуючи оптимальну концентрацію цього гормону в рослині, нейтралізує вільні радикали, які руйнують клітину, та збільшує рівень внутрішньоклітинної рідини в рослині. Крім регуляції стресу, препарат забезпечує краще проростання насіння та підсилює 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 забезпечує підтримку гормонального балансу рослин, забезпечує формування потужної кореневої системи та досягнення швидких та вирівняних сходів. Stimulate посилює ріст коріння, чим збільшує поглинання рослиною внесених у ґрунт поживних речовин. Stimulate сумісний з більшістю гербіцидів. При застосуванні в баковій суміші продукт допоможе підтримувати гормональний баланс і активний розвиток, знизивши ризик гербіцидного стресу. Заявник – ТОВ Столлер.

2.5. Схема та методика проведення досліджень

Для проведення програми досліджень було виконано такі польові досліді.

Дослід 1. Визначення рівня реалізації генетичного потенціалу продуктивності сортів сої, їх стабільності та пластичності за вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах

Завдання досліджу – визначити особливості формування врожаю сортів сої, його стабільності та пластичності в різних агрокліматичних умовах України.

Схема досліджу 1. Фактор А – сорти сої вітчизняної та іноземної селекції: Білявка, Мавка, Альянс, Княжна, Самородок, Хуторяночка, Кофу, Аляска, Тундра (скоростиглі), Атланта, Діадема Поділля, Кіото, Амадеус, Аріса, Мерлін, Асука (ранньостиглі), Оріана, Вежа, Ліссабон, Кордоба (середньоранні), Вінні, Падуа, Кент (середньостиглі); фактор В – місце проведення досліджень: Сумська, Миколаївська і Тернопільська області.

Параметри досліджу: $l_a = 3$, $l_b = 23$; $n=4$, облікова ділянка 30 м².

Дослід 2. Ефективність застосування регуляторів росту рослин із антистресовою дією за вирощування сої

Завдання досліджу – виявити вплив регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність рослин сої.

Схема досліджу 2. Фактор А – строк внесення: у мікростадії розвитку за ВВСН (61, 60 та 61+59). 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); Вермістім Д (6,0 л/га); Стимуляте (0,75 л/га).

Параметри досліджу: $l_a = 3$, $l_b = 8$; $n = 4$, облікова ділянка 30 м².

У досліджах проводили такі 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

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R_{>10}}{\sum t_{>10}},$$

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

Якщо 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.

Ефективність використання теплових ресурсів оцінювали за температурним індексом (T_u) [12] за формулою

$$T_u = \frac{\sum T^{\circ}C}{Y},$$

де $\sum T^{\circ}C$ – сума температур за період вегетації, $^{\circ}C$;

Y – урожайність, т/га.

Для оцінки адаптивності користуються великою кількістю методик. Більшість з них ґрунтується на методі регресійного аналізу, математична модель якого для визначення стабільності та пластичності сортів була запропонована К. У. Фінлеєм та Г. Н. Уілкінсоном [32] і доповнена С. А. Еберхартом та У. Г. Расселом [30, 31], а також базується на принципах об'єднання і перетворення ефектів навколишнього середовища та взаємодії генотипу з умовами вирощування.

Показники екологічної пластичності та стабільності були розраховані за методикою Еберхарта-Рассела [30].

Для систематизації отриманих результатів використовували рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності S_i^2 : 1) $b_i < 1$, $S_i^2 > 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, нестабільний; 2) $b_i < 1$, $S_i^2 = 0$ – мають кращі результати за несприятливих умов, стабільний; 3) $b_i = 1$, $S_i^2 = 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, стабільний; 4) $b_i = 1$, $S_i^2 > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) $b_i > 1$, $S_i^2 = 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов, стабільний; 6) $b_i > 1$, $S_i^2 > 0$ – мають кращі результати за сприятливих умов. При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низькопластичних.

Згідно з цією методикою оцінку проводили за такими статистичними показниками: середня врожайність (\bar{x}), максимальне (max), мінімальне (min) значення та розмах коливання врожайності (R), коефіцієнт варіації (V), коефіцієнт лінійної регресії (bi) та середньоквадратичне відхилення (S_i^2).

За результатами одержаних даних урожайності було проведено розрахунок статистичних параметрів (коефіцієнт агрономічної стабільності – A_s , показники гомеостатичності – H_{om} , селекційної цінності – S_c та загальної адаптивної здатності – $ЗАЗ$).

Гомеостатичність (H_{om}) та коефіцієнт агрономічної стабільності (A_s) розраховували за формулами, запропонованими В. В. Хангильдиным та Н. А. Литвиненком [28, 29]. За цією методикою також було розраховано показник селекційної цінності (S_c) сортів сої.

Загальна адаптивна здатність вираховувалася за формулою $ЗАЗ_i = v_i = 1/mX_i - 1/nm\bar{X}$, або якщо $u = 1/nm\bar{X}$, то: $ЗАЗ_i = 1/mX_i - u$, [14].

Інтенсивність сорту вираховували за формулою

$$И = \frac{X_{opt} - X_{lim}}{\bar{X}_{сер}} * 100\%$$

де X_{opt} – середня врожайність сорту в оптимальних умовах; X_{lim} – середня врожайність сорту у лімітованих умовах; $\bar{X}_{сер}$ – середня врожайність усіх сортів за роки досліджень [33].

Для характеристики умов вирощування було розраховано індекс умов середовища (I_j):

$$I_j = (\sum Y_{ij}/v) - (\sum \sum Y_{ij}/vn),$$

де $\sum Y_{ij}$ – сума врожайності всіх сортів за j – рік; $\sum \sum Y_{ij}$ – сума врожайності всіх сортів за всі роки; v – кількість сортів; n – кількість років.

Рівень стійкості до стресу визначають як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю ($Y_2 - Y_1$).

Генетична гнучкість або екологічна пластичність, величина $(Y_1 + 2)/2$.

Оцінку варіювання господарсько-цінних ознак здійснювали за коефіцієнтом варіації (V, %) [9]. Коефіцієнт варіації показує ступінь

мінливості середнього арифметичного (до 10% – низька строкатість, 10–20% – середня і 20% – висока).

Для ранжування сортів і визначення адаптивності використовували методику непараметричної статистики Дж. У. Снедекора [26] та сукупний показник «рейтинг адаптивності сорту» [6].

Коефіцієнти еластичності врожайності (E_A , E_1 , E_2) культури за сумою температури повітря за вегетацію та сумою опадів розраховували за формулами [25].

Абсолютний коефіцієнт еластичності урожайності (E_A):

$$E_A = \Delta y / \Delta x,$$

де Δy – розмах мінливості урожайності, т/га; Δx – розмах мінливості фактора між тими самими роками, що і для урожайності.

Відносні коефіцієнти еластичності бувають двох типів – E_1 та E_2 :

$$E_1 = \Delta y_{\text{хсер}} / 100 \Delta x,$$

де $x_{\text{сер}}$ – середнє значення між двома рівнями фактора.

$$E_2 = \Delta y_{\text{хсер}} / \Delta x_{\text{усер}},$$

де Δx і Δy – амплітуда мінливості урожайності і фактора відповідно; $усер$ та $хсер$ – середні значення урожайності і фактора між двома рівнями.

Визначення площі листків сої проводили методом «висічок» [20], який 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

$$S = \frac{P * S_1 * n}{P_1}, \text{ де}$$

S – загальна площа листків, см^2 ;

S_1 – площа однієї висічки, см^2 ;

P – загальна маса листків, г;

P_1 – маса висічок, г;

n – число висічок, шт.

Вміст хлорофілу в листках визначали шляхом приготування розчину в спиртній витяжці з подальшим визначенням на спектрофотометрі ULAB 102. 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 CapNir 2700 (SupNir 2750).

Статистичну обробку експериментальних даних досліджень проводили кореляційним та дисперсійним методами згідно з методикою Б. А. Доспехова та програмно-інформаційним комплексом Агростат (Agrostat) і програмою Ексел (Exell) [31].

Економічну оцінку досліджуваних факторів проводили за методикою визначення економічної ефективності в сільському господарстві за цінами на товарну сою та складові технології вирощування (посівний матеріал, паливно-мастильні матеріали, засоби захисту, добрива), які склалися на грудень 2019 р. Визначали витрати на 1 га, собівартість 1 т насіння, чистий прибуток і рівень рентабельності [32]. Енергетичну оцінку здійснювали за методиками А. К. Медведовського та П. І. Іваненка та ін. [33, 34].

2.6. Агротехніка вирощування сої за роки досліджень

Технологія вирощування сої була рекомендована для зони Лівобережного Лісостепу, крім елементів, що вивчалися. Попередник – озимі колосові культури. Обробку насіння бактеріальними препаратами проводили в день посіву (згідно з методикою застосування препаратів у землеробстві, В. В. Волгогон, 2006) [143]. Густота посіву становить 650 тис. схожих насінин на один гектар. Основне удобрення проводили розкидним способом: суперфосфат простий та калімагнезія перед оранкою. Азотні добрива під передпосівну культивуацію вносили у вигляді аміачної селітри з подальшою

заробкою у ґрунт. 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).

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтово-кліматичні умови місць проведення досліджень є типовими для умов північно-східної частини Лісостепу, Південного Степу України, Західного Лісостепу України та сприятливими для вирощування сої. Погодні умови, які склалися у період проведення досліджень, дозволили всебічно та об'єктивно оцінити сорти сої за формуванням комплексу господарсько-цінних ознак, адаптивних властивостей, продуктивних якостей та показників якості насіння.

2. У дослідях використані сорти сої різних установ-оригінацій, які занесені до Державного реєстру сортів рослин і рекомендовані для використання в Україні та відрізняються між собою за морфологічними ознаками, біологічними особливостями, толерантністю до умов вирощування, що дало змогу об'єктивно оцінити адаптивний потенціал сортів.

3. Агротехніка вирощування сортів сої в польових дослідях була загальноприйнята для кожної зони, що, зі свого боку, дає можливість стверджувати про типовість створених у досліді умов для кожної аграрної зони.

4. Досконала та послідовна методика в період проведення дослідів створила передумови для якісного теоретичного обґрунтування наукових підходів за вирощування сої та аналізу отриманих результатів досліджень.

5. Статистичний аналіз, який було використано для обробки експериментальних даних, дозволив дати достовірну оцінку отриманих результатів та зробити обґрунтовані висновки.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 245 с.
2. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Л., Гидрометеиздат, 1959. 76 с.
3. Бабич А. О. Використання сої та продуктів її переробки. К.: Урожай, 1997. 348 с.
4. Бабич А. О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. Вісник аграрної науки. 1996. № 2. С. 34–39.
5. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Справочник по климату СССР. Украинская ССР: в 4 т. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. Т. 4. Вып. 10. 696 с.
6. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка. 2012. 326 с.
7. Врублевська О. О., Катеруша Г. Л., Гончарова Л. Д. Кліматологія. Підручник. Одеса: Екологія, 2013. 344 с.
8. Гнатенко О. Ф., Петренко Л. Р., Капштик М. В., Вітвицький С. В. Грунтознавство з основами геології: навчальний посібник. К.: Оранта, 2005. 648 с.
9. Гужов Ю. А. Модификационная изменчивость количественных признаков у самоопылённых линий и гибридов кукурузы. Доклады ВАСХНИЛ, 1987. № 7. С. 3–5.
10. Заставецька О. В. Тернопільська область: географічні основи комплексного економічного та соціального розвитку. Тернопіль: Навчальна книга «Богдан», 1993. 2003 с.
11. Землеробство: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
12. Ильинская И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 163 с.

13. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 7. С. 20–25.
14. Кильчевський А. В., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений: в 4 т. Минск. Белорусская наука, 2008. Т.1: Общая генетика растений. 386 с.
15. Корнус А. О. Сільське господарство Сумської області (економіко-географічне дослідження): монографія. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка. 2019. 100 с.
16. Лісова А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив. К.: Вища школа. 2002, 317 с.
17. Макаров Л. Х., Скорий М. В. Агротехніка пшениці озимої в неполивних умовах півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2010. 240 с.
18. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
19. Медведєва В. В., Лактіонова Т. М. Земельні ресурси України. К.: Аграрна наука, 1998. 150 с.
20. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности: монографія. Москва : Наука, 1972. С.
21. Панас Р. М. Ґрунтознавство. Львів: Новий світ, 2010. 371 с.
22. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004, 2005. 20 с.
23. Почвы Украины и повышение их плодородия / под ред. Н. И. Полупана [и др.]. К.: Урожай, 1988. 293 с.
24. Природа Тернопільської області; під. ред. К. І. Геренчук. – Львів: Вища школа, 1979. 167 с.
25. Сич З. Д. Властивості коефіцієнтів стабільності ознак урожайності у динамічних рядах різної тривалості. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 2. С. 5–20.
26. Снедекор Дж. У Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / пер. с англ. В. Н. Перегудова. М.: Сельхозиздат, 1961. 503 с.

27. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах / за ред. С. М. Рижука, В. В. Медведєва. Харків, 2003. 214 с.

28. Хангильдин В. В. Гомеостатичность урожая зерна и его компонентов. Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа, 1979. С. 14–24.

29. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы: научн.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. Вып. 39. С. 8–14.

30. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6, № 1. P. 34–40.

31. Eberhart S.A., Russel W.G. Yield and stability for a 10–line diallel of single cross and double cross maize hybrids. *Crop Sci.* 1969. N 9/3. P. 357–361.

32. Finlay K.W., Wilkinson G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. Journ. Agric. Res.* 1963. N 14. P. 742–754.

33. Udachin RA, Golovochenko AP (1990) Method of evaluation of ecological plasticity of wheat varieties. *Selection and seed production* 5: 2–6 (http://www.bionet.nsc.ru/vogis/?wpfb_dl=259)

РОЗДІЛ 3

УРОЖАЙНІСТЬ ТА АДАПТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ, ВИРОЩЕНИХ У РІЗНИХ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

3.1. Формування продуктивності сортів сої різної групи стиглості залежно від зони вирощування

Створення сортів, які здатні максимально ефективно використовувати біокліматичний ресурс конкретного регіону, виявляти толерантність до стресових умов середовища, забезпечувати високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності, є стратегічним завданням сучасної науки.

Правильний вибір сорту – одна з вирішальних умов одержання максимального урожаю. Водночас це один із найбільш доступних для виробництва агрозаходів щодо зниження негативного впливу лімітуючих факторів зовнішнього середовища на рівень урожайності сої, який найбільшою мірою забезпечує пластичність культури до конкретних умов вирощування. Тому, зважаючи на зазначене, в умовах виробництва необхідно вирощувати два-три сорти, які різняться за тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб, шкідників і негативних чинників середовища (зниження температури, посухи тощо). Сорти сої відрізняються вузьким екологічним пристосуванням, тому технологія вирощування цієї культури повинна ґрунтуватися на кращих, найбільш адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони високопродуктивних районованих і перспективних сортах. Сортові ресурси сої в Україні складаються на 80% із сортів вітчизняної селекції та на 20% – із сортів зарубіжної селекції, що дає широкий спектр підбору сортів з урахуванням зони вирощування [1].

Академік А. О. Бабич вказує на те, що для кожної ґрунтово-кліматичної зони існує група сортів, добре адаптованих до умов регіонів. Вони надійно дозрівають, забезпечують високу врожайність. Водночас автор вважає, що основні площі під культурою в Лісостепу й Степу слід зайняти

середньоранніми та середньостиглими сортами, які ефективно використовують увесь вегетаційний період [4].

Упровадження та поширення сортів суттєво залежить від їх біологічних особливостей та умов довкілля. Отже, кожний сорт потрібно вирощувати в тому регіоні або поясі, де проявляється найвища реалізація біологічного і генетичного потенціалу продуктивності. Сорт є одним із факторів, що суттєво впливає на врожайність та якість зерна [8].

За даними Л. М. Середи, дольова участь сорту у формуванні врожаю культури може становити 30–35% [23]. Але такий високий вплив сорту культури залежить від дії комплексу умов (рівня родючості і вологозабезпеченості ґрунту, біологічного потенціалу сорту, агротехніки тощо).

Метою досліджень було визначити параметри екологічної пластичності та стабільності сортів сої різного походження, як вітчизняних, так і західноєвропейських, за ознакою «врожайність» за змінних абіотичних чинників довкілля та ідентифікувати їх за рівнем урожайності в різних природно-кліматичних умовах України, а також допомогти виробникам зерна визначитися з вибором сортів для своїх господарств. Ця проблема набула актуальності останніми роками, коли іноземні фірми в значних масштабах завозять високоврожайні, але часто неадаптовані до мінливих погодних умов України західноєвропейські сорти [5, 6].

Дослідження проводилися упродовж 2017–2019 рр. у Сумській (північно-східна частина Лісостепу), Тернопільській (західний Лісостеп) та Миколаївській областях з різними ґрунтами та кліматичними умовами.

Для проведення досліджень використано 23 сорти сої різних груп стиглості, занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, української (скоростиглі: Білявка, Мавка, Альянс, Княжна, Самородок, Хуторяночка; ранньостиглі: Атланта, Діадема Поділля; середньоранні: Оріана, Вежа; середньостиглий: Вінні) та зарубіжної (скоростиглі: Кофу, Аляска, Тундра; ранньостиглі: Кіото, Амадеус, Аріса,

Мерлін, Асука; середньоранні: Ліссабон, Кордоба, середньостиглі: Падуа, Кент) селекції.

3.1.1. Урожайність сої, вирощеної в умовах Сумської області

Тривалий час зона північно-східного Лісостепу України, куди належить Сумська область, не входила до так званого «соєвого поясу». Однак за останні 10 років площі під цією культурою в області зросли більш ніж у 10 разів. На сьогодні за площею посіву соя займає четверте місце в сівозміні після зернових, кукурудзи та соняшнику. Поява нових високопродуктивних сортів сої дозволила не лише розширити ареал вирощування культури, а й отримувати високий врожай [8].

Урожайність – це результат складної взаємодії рослин відповідно до їх генетичного потенціалу та комплексу факторів навколишнього середовища. Урожай насіння сої – це дуже багатогранна і складна властивість, що приблизно на 26% зумовлюється генотипом сорту. Формування врожаю зернобобових культур відзначається високою, диференційованою дією численних взаємопов'язаних і взаємообумовлених факторів, рівнем реакції на умови середовища [5, 13].

Проведений аналіз гідротермічних умов та показників урожайності свідчить про те, що вологозабезпечення та температурний режим вегетаційного періоду сої були різними за роками і мали значний вплив на рівень урожайності насіння.

За погодними умовами роки мали значну відмінність. Як показують отримані дані (табл. 3.1), найсприятливіші умови для формування врожайності сої склалися у 2018 і 2019 роках, тоді як у 2017 році вони були найбільш несприятливими (індекс умов середовища становив -0,47) для отримання високих урожаїв досліджуваної культури. Метеорологічні умови вегетаційного періоду сої 2017 р. характеризувалися періодичним зниженням, а в деяких декадах, навпаки, підвищенням температури повітря і нерівномірним розподілом опадів у критичні періоди росту і розвитку рослин

сої, що призвело до формування низької урожайності насіння через низьку зав'язуваність рослин та високої абортивності квіток і зав'язі. У 2017 році урожайність насіння сої 1,48–2,78 т/га була найнижчою порівняно з іншими досліджуваними роками. Найвищий рівень врожайності формував ранньостиглий сорт Кіото, а найнижчий – скоростиглий сорт Білявка.

Таблиця 3.1

Урожайність насіння сортів сої різних груп стиглості, вирощених в умовах Сумської області, т/га

Група стиглості	Сорт	Рік			Середнє за 2017–2019 рр.
		2017	2018	2019	
Скоростигла	Асука	2,54	3,13	2,77	2,81
	Кофу	1,68	2,64	2,59	2,30
	Аляска	1,79	2,74	2,76	2,43
	Хуторяночка	1,78	2,29	2,27	2,11
	Княжна	1,58	2,39	2,34	2,10
	Самородок	1,74	2,49	2,58	2,27
	Тундра	2,32	2,78	2,85	2,65
	Білявка	1,48	2,01	2,18	1,89
	Мавка	1,79	2,59	2,75	2,38
	Альянс	1,68	2,48	2,79	2,32
Ранньостигла	Кіото	2,78	3,24	2,65	2,89
	Амадеус	1,83	3,22	2,25	2,43
	Аріса	2,51	2,79	2,69	2,66
	Мерлін	2,72	3,21	3,25	3,06
	Діадема Поділля	2,05	2,98	2,89	2,64
	Атланта	1,68	2,48	2,65	2,27
Середньорання	Ліссабон	2,15	3,21	3,20	2,85
	Кордоба	2,14	2,87	2,81	2,61
	Оріана	1,89	2,87	2,98	2,58
	Вежа	1,58	1,98	2,10	1,89
Середньостигла	Кент	2,34	2,95	2,88	2,72
	Падуа	1,54	2,24	1,99	1,92
	Вінні	1,79	2,65	2,67	2,37
Середнє		1,89	2,70	2,64	2,44
<i>НІР₀₅</i> (для груп сортів)		0,30	0,28	0,25	
Індекс умов середовища, (І_j)		-0,47	0,26	0,21	

У 2018 році гідротермічні умови (індекс умов середовища становив 0,26) були найбільш сприятливими для росту і розвитку рослин сої. Це сприяло формуванню врожайності насіння на рівні 1,98–3,24 т/га. Найвищу врожайність, як і в попередньому році, отримали за вирощування ранньостиглого сорту Кіото, тоді як найнижчу – за вирощування середньораннього сорту Вежа.

За сприятливих погодних умов 2019 року (індекс умов середовища становив 0,21) сорти сої реалізували свій потенціал на високому рівні – 1,99–3,25 т/га. Максимальний рівень врожаю сформував сорт ранньостиглої групи – Мерлін. Найменші рівні врожайності (1,99 т/га) сформував середньостиглий сорт Падуа.

Результати проведених упродовж 2017–2019 р. досліджень свідчать, що урожайність насіння сортів сої варіювала в межах 1,89–3,06 т/га за середньої урожайності по сортах 2,44 т/га. Достовірно вищу за середній показник урожайності показали скоростиглі сорти Асука, Тундра (2,81 та 2,65 т/га відповідно); ранньостиглі – Мерлін, Кіото, Аріса, Діадема Поділля (3,06; 2,89; 2,66 та 2,64 т/га відповідно); середньоранні – Ліссабон (2,85 т/га), Кордоба (2,61 т/га) та Оріана (2,58 т/га); середньостиглі – Кент (2,72 т/га). Навпаки, низькою була урожайність таких скоростиглих сортів, як Білявка, Княжна, Хуторяночка, Самородок (1,89; 2,10; 2,11 та 2,27 т/га відповідно); ранньостиглих – Атланта (2,27 т/га); середньоранніх – Вежа (1,89 т/га) та середньостиглих – Падуа (1,92 т/га).

Із скоростиглих сортів більш урожайним – 2,81 т/га виявився Асука, нижчою продуктивністю вирізнявся Білявка, який у середньому за роки дослідження сформував 1,89 т/га. Середня урожайність у цій групі становила 2,33 т/га.

Дослідження показали, що чим довший період вегетації мали рослини, тим вищими були показники їх урожайності. Подібних висновків дійшли інші науковці, зокрема Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В., Мельник А. В., Романько Ю. О. та ін.[4, 19, 22].

На першому місці щодо продуктивності була група ранньостиглих сортів, середня врожайність яких дорівнювала 2,65 т/га. У цій групі найвищий рівень адаптивності проявив сорт Мерлін, формуючи впродовж 2017–2019 років найвищий рівень урожайності – 3,06 т/га за однакових умов вирощування з іншими сортами. Рівень врожайності, який сформував сорт Кіото, становив 2,89 т/га. Найнижчим рівень врожайності досліджуваних ранньостиглих сортів сої відзначився сорт Атланта – 2,27 т/га.

На другому місці щодо продуктивності насіння сої була група середньоранніх сортів із середньою врожайністю 2,48 т/га, що на 9,5% менше порівняно з ранньостиглими сортами.

Характеризуючи сорти середньоранньої групи, слід зазначити, що Ліссабон був більш продуктивним з урожайністю насіння 2,85 т/га. Сорт Вежа мав найменшу урожайність – 1,89 т/га.

Проаналізувавши групу середньостиглих сортів, можна зробити висновок, що в умовах регіону сорт сої Падуа мав урожайність 1,92 т/га, сорт Вінні – 2,37 т/га. Найвища врожайність була сформована у сорту Кент і становила 2,72 т/га. Середня урожайність у цій групі становила 2,34 т/га.

Отже, найбільш перспективними сортами для вирощування в умовах Сумської області є: серед групи скоростиглих сортів – Асука та Тундра; серед групи ранньостиглих сортів сої – Мерлін та Кіото; серед групи середньоранніх сортів – Ліссабон та Кордоба; серед групи середньостиглих сортів – Кент та Вінні.

Для стабільного виробництва насіння сої в умовах Сумської області, які характеризуються великою мінливістю погоди, розмаїттям ґрунтово-кліматичних зон, доцільно обрати три-чотири різні за скоростиглістю сорти, що різняться тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти хвороб, шкідників і несприятливих факторів середовища (знижені температури, посухи тощо).

В аналізі урожайності та стабільності сорту або агротехнічного прийому важливе значення має одночасна оцінка реакції на зміну факторів

середовища, серед яких ключовим є температурний режим та режим зволоження упродовж вегетаційного періоду культури. Розраховано та доведено доцільність використання трьох коефіцієнтів еластичності врожайності (E_A , E_1 , E_2) культур за сумою температури повітря за вегетацію та сумою опадів. Абсолютний коефіцієнт еластичності урожайності (E_A): характеризує, на скільки одиниць збільшується (або зменшується) урожайність за відповідного збільшення (або зменшення) фактора на одну одиницю. Якщо має знак «-», то одержана закономірність – обернена (зростання врожайності зумовлене зменшенням величини діючого фактора (або навпаки)). Недоліком цього коефіцієнта є неможливість його використання для порівняння різних культур і ознак між собою.

Відносні коефіцієнти еластичності бувають двох типів – E_1 та E_2 . Перший із них характеризує зміну урожайності в т/га на 1% зміни фактора відносно його середнього. У межах від x_{min} до x_{max} цей коефіцієнт неоднаковий. Тому його визначають для середнього рівня. Другий коефіцієнт еластичності (E_2) найбільш універсальний і дає змогу порівнювати між собою різні культури або сорти залежно від змін різних факторів. Набуває значення «+» або «-» та характеризує зміну 1% урожайності при зміні фактора на 1%. Універсальність цього коефіцієнта полягає в тому, що він дає змогу порівняти між собою різні культури, сорти незалежно від вивченого фактора.

Серед сортів сої ранньостиглі найбільше реагують на зміну температурного режиму. Так, у сорту Діадема Поділля збільшення температури на 1°C підвищувало урожайність на 7 кг/га ($E_A = 0,007$). Більш чутливим на зміну температурного режиму виявився сорт Амадеус, про що свідчить різке зростання E_A ($E_A = 0,010$) (табл. 3.2).

Слід відмітити, що у ранньостиглого сорту Кіото отримано обернену закономірність – зменшення врожайності зумовлене підвищенням суми температур за вегетацію ($E_A = -0,016$). Сорти скоростиглої групи відреагували на зміну температурного режиму також по-різному. Скоростиглі сорти Асука і Альянс позитивно реагували на підвищення суми

температур за вегетацію ($E_A = 0,006$). Решта сортів цієї групи підвищували урожайність на 3–5 кг/га ($E_A = 0,003–0,005$). У середньоранніх сортів сої за підвищення температури на 1°C урожайність зростала у середньому на 5,25 кг/га ($E_A = 0,003–0,007$).

Таблиця 3.2

Коефіцієнти еластичності урожайності сортів сої залежно від кліматичних факторів Сумської області, середнє за 2017–2019 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Коефіцієнти еластичності за температурою повітря (°C) та кількістю опадів (мм) за вегетацію							
		Сума температур, °C				Кількість опадів, мм			
		R (Δy)	Δx	E_A	E_1	E_2	Δx	E_A	E_1
Кіото	0,59	-35,9	-0,016	-0,40	-13,77	94,2	0,006	0,01	0,30
Амадеус	1,39	139,7	0,010	0,24	9,91	32,5	0,043	0,06	2,47
Аріса	0,28	139,7	0,002	0,05	1,82	32,5	0,009	0,01	0,45
Мерлін	0,53	175,6	0,003	0,07	2,39	-61,7	-0,009	-0,01	-0,39
Діадема Поділля	0,93	139,7	0,007	0,16	6,11	-61,7	-0,015	-0,02	-0,80
Атланта	0,97	175,6	0,006	0,13	5,89	-61,7	-0,016	-0,02	-0,97
Асука	0,59	168,3	0,004	0,07	2,61	32,8	0,018	0,02	0,87
Кофу	0,96	168,3	0,006	0,12	5,19	32,8	0,029	0,04	1,74
Аляска	0,97	191,0	0,005	0,11	4,37	-62,3	-0,016	-0,02	-0,87
Хуторяночка	0,51	168,3	0,003	0,06	3,00	32,8	0,016	0,02	1,00
Княжна	0,81	168,3	0,005	0,10	4,79	-62,3	-0,013	-0,02	-0,84
Самородок	0,84	191,0	0,004	0,09	4,05	32,8	0,026	0,03	1,54
Тундра	0,53	191,0	0,003	0,06	2,19	-62,3	-0,009	-0,01	-0,44
Білявка	0,70	191,0	0,004	0,08	4,06	-62,3	-0,011	-0,02	-0,81
Мавка	0,96	191,0	0,005	0,11	4,42	-62,3	-0,015	-0,02	-0,88
Альянс	1,11	191,0	0,006	0,12	5,24	-62,3	-0,018	-0,02	-1,05
Ліссабон	1,06	148,5	0,007	0,16	5,55	32,8	0,032	0,04	1,55
Кордоба	0,73	148,5	0,005	0,11	4,17	32,8	0,022	0,03	1,16
Оріана	1,09	172,0	0,006	0,14	5,44	-62,3	-0,017	-0,02	-0,92
Вежа	0,52	172,0	0,003	0,07	3,54	-62,3	-0,008	-0,01	-0,60
Кент	0,61	187,6	0,003	0,08	3,01	26,3	0,023	0,03	1,21
Падуа	0,70	187,6	0,004	0,09	4,89	26,3	0,027	0,04	1,97
Вінні	0,88	210,8	0,004	0,11	4,43	-67,9	-0,013	-0,02	-0,78

Примітка: Температурний режим та режим зволоження відповідає умовам року, в який було одержано максимальну (umax) та мінімальну (umin) урожайність

Порівнюючи відносні коефіцієнти еластичності (E_2), сорти сої за реакцією на зміну температурного режиму можна розмістити в такому порядку: скоростиглі ($E_2=3,99$ становить у середньому по групі) – середньостиглі ($E_2=4,11$) – середньоранні ($E_2=4,68$) – ранньостиглі ($E_2=5,22$). Тобто збільшення суми температур на 1% призводить до зростання урожайності на 1,82–9,91% залежно від сорту. Винятком був сорт Кіото, у якого підвищення температури на 1% призвело до зменшення урожайності на 13,77%.

Визначено, що зі збільшенням суми опадів на 1 мм урожайність зменшується на 9,0 кг/га у сортів Мерлін і Тундра; 13,0 кг/га у сортів Вінні і Хуторяночка; 15,0 кг/га у сортів Діадема Поділля і Мавка; 16,0 кг/га у сортів Аляска і Атланта; 17,0 кг/га у сорту Оріана; 18,0 кг/га у сорту Альянс. У сортів Кіото і Аріса збільшення опадів на 1 мм сприяло зростанню рівня урожайності на 6,0 та 9,0 кг/га. Максимальний показник коефіцієнта еластичності відмічено у сорту Амадеус ($E_A = 0,043$).

У решти сортів за збільшення суми опадів урожайність зростала на 0,018–0,032 т/га, або 18,0–32,0 кг/га. Крім того, коефіцієнт еластичності свідчить, на скільки відсотків результативна ознака (урожайність) збільшиться зі збільшенням суми опадів на 1%. Більший коефіцієнт еластичності (E_2) 2,47 був у сорту Амадеус та 1,97 у сорту Падуа. У сорту Кофу цей показник становив 1,74%.

Порівняльний аналіз дії різної суми опадів на формування врожайності сортів сої показав, що збільшення суми опадів на 1% сприяло зменшенню урожайності насіння сої на 1,05% у сорту Альянс, 0,97% – у сорту Атланта, 0,92% – у сорту Оріана. Найменший показник отримали – 0,39% у сорту Мерлін.

Таким чином, формування урожайності сої прямо залежить від суми температур і суми опадів. Підвищення урожайності насіння сої від збільшення суми опадів на 1 мм становить від 6,0 до 43,0 кг/га. За умов

підвищення суми температур на 1 °С урожайність насіння сої збільшується на 2,0–10,0 кг/га.

3.1.2. Урожайність сої, вирощеної в умовах Тернопільської області

Одним із факторів, що впливає на врожайність та якість культури, є сорт. Завдяки плідній роботі українських селекціонерів Україна має найбільший в Європі генофонд і сортовий склад сої. Українські сорти сої створено переважно класичними методами селекції, без генетичних модифікацій, за урожайністю насіння і вмістом білка вони не поступаються кращим іноземним сортам, а за деякими показниками перевищують їх. Незважаючи на це, багато аспектів щодо поліпшення господарсько-цінних ознак селекційним шляхом ще не вирішено. Насамперед це стосується питання щодо підвищення адаптивного потенціалу культури. Останніми роками спостерігається не тільки підвищення температури повітря у весняно-літній сезон при тривалому бездошовому періоді, а й спільна дія цих факторів упродовж короткого часу. Тому сорти сої нового покоління, як і створені на їхній основі агроценози, повинні мати високий потенціал продуктивності, більшою мірою володіти високою чутливістю на прийоми сортової технології вирощування, формувати високу продуктивність і якість насіння, меншою мірою залежати від нерегульованих факторів зовнішнього середовища, стресових ситуацій, які проявляються упродовж вегетаційного періоду. Правильний вибір групи стиглості культури є необхідною умовою ефективного використання ресурсів середовища для формування високої врожайності.

Урожайність є найбільш важливим комплексним показником господарської цінності культури, що поєднує індивідуальну продуктивність рослин, біоценотичний фактор та умови довкілля. Тому лише при оптимальному поєднанні цих факторів ми можемо очікувати високу продуктивність рослин, що є результуючою ознакою факторіальної дії систем потенційної продуктивності та екологічної стійкості [19].

Дані, наведені в табл. 3.3, свідчать про те, що величина урожайності насіння сортів сої різних груп стиглості значно залежала від гідротермічних умов років досліджень.

Таблиця 3.3

Урожайність насіння сортів сої різних груп стиглості, вирощених в умовах Тернопільської області, т/га

Група стиглості	Сорт	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Скоростигла	Асука	3,05	3,72	3,01	3,26
	Кофу	3,24	3,95	3,30	3,50
	Аляска	2,82	3,15	3,02	3,00
	Хуторяночка	2,47	3,04	2,83	2,78
	Княжна	2,15	2,98	2,70	2,61
	Самородок	2,34	2,99	2,58	2,64
	Тундра	2,74	3,42	2,87	3,01
	Білявка	2,43	3,21	2,75	2,80
	Мавка	2,19	2,97	2,68	2,61
	Альянс	2,32	3,03	2,59	2,65
Ранньостигла	Кіото	3,03	3,89	3,41	3,44
	Амадеус	2,74	3,62	3,07	3,14
	Аріса	2,21	3,46	2,87	2,85
	Мерлін	2,81	3,92	3,21	3,31
	Діадема Поділля	2,54	3,51	2,93	2,99
	Атланта	2,04	2,84	2,50	2,46
Середньорання	Ліссабон	2,18	3,02	2,84	2,68
	Кордоба	2,78	3,46	3,36	3,20
	Оріана	2,18	2,94	2,48	2,53
	Вежа	2,16	3,07	2,43	2,55
Середньостигла	Кент	3,08	3,66	3,01	3,25
	Падуа	2,38	3,24	2,84	2,82
	Вінні	2,43	3,22	2,83	2,83
середнє		2,54	3,32	2,87	2,91
<i>НІР₀₅</i> (для груп сортів)		0,27	0,26	0,21	
Індекс умов середовища, (І_г)		-0,37	0,41	-0,03	

Погодні умови років досліджень відрізнялися великою контрастністю, що дало можливість повною мірою проявити потенціал сортів сої за урожайністю.

Найбільш сприятливі умови для формування урожайності насіння за роками досліджень склалися у 2018 р, де індекс умов середовища становив 0,41. За коефіцієнтом суттєвості відхилень за період вегетації сої температурні показники та кількість опадів наближалися до середньобогаторічних.

2019 рік був менш сприятливим для посівів сої, індекс умов середовища мав від'ємний показник і становив -0,03. Несприятливим для отримання високої врожайності насіння сої виявився 2017 р. з індексом умов середовища -0,37. Метеорологічні умови вегетаційного періоду сої у 2017 р. характеризувалися періодичним, суттєвим підвищенням температури повітря і нерівномірним розподілом опадів, що відобразилось на невисокому рівні урожайності сої. Аналіз результатів досліджень показав, що за роки досліджень високу врожайність три роки підряд у групі скоростиглих сортів сої показав сорт Кофу (3,24, 3,95 та 3,30 т/га); у групі середньоранніх сортів – сорт Кордоба з урожайністю насіння 2,78 т/га (2017 р.), 3,46 т/га (2018 р.) та 3,36 т/га (2019 р.). У групі середньостиглих сортів максимальні показники урожайності упродовж трьох років досліджень відмічено у сорту Кент: у 2017 р. (3,08 т/га), у 2018 р. (3,66 т/га) і у 2019 р. (3,01 т/га).

Аналіз результатів досліджень показав, що у ранньостиглій групі стиглості найвищий рівень продуктивності у несприятливі за погодними умовами роки забезпечив сорт Кіото з показниками урожайності 3,03 т/га у 2017 р. та 3,41 т/га у 2019 р. У сприятливому для вирощування сої 2018 році максимальну урожайність (3,92 т/га) отримали у сорту Мерлін. Сорт Кіото забезпечив урожайність на рівні 3,89 т/га.

У середньому за три роки досліджень мінімальна урожайність насіння сої становила 2,46 т/га, а максимальна – 3,50 т/га, середня урожайність

насіння сортів сої скоростиглої групи становила 2,89 т/га, ранньостиглої – 3,03 т/га, середньоранньої – 2,74 т/га, середньостиглої – 2,97 т/га.

За результатами досліджень впродовж 2017–2019 рр. серед скоростиглих сортів більшу врожайність сформував сорт Кофу – 3,50 т/га. Продуктивність сорту Асука становила 3,26 т/га. Найменш продуктивними за показником урожайності відмічені сорти сої Мавка і Княжна. Урожайність, яку вони сформували, становила по 2,61 т/га.

Серед ранньостиглих сортів вищу врожайність було отримано у сорту Кіото, вона становила 3,44 т/га. Сорт Мерлін сформував урожайність на рівні 3,31 т/га. Як свідчать результати досліджень, найменшу врожайність в групі ранньостиглих сортів формували сорти Атланта – 2,46 т/га.

Виявлено, що в групі середньоранніх сортів у середньому за роки проведення досліджень вищу врожайність – 3,20 т/га формували сорти Кордоба. Сорти сої Оріана і Вежа показали приблизно однаковий рівень урожайності – 2,53 і 2,55 т/га відповідно.

У групі середньостиглих сортів максимальну урожайність 3,25 т/га отримали за вирощування сої сорту Кент. У решти досліджуваних сортів, зокрема Падуа і Вінні, урожайність насіння була на одному рівні і становила 2,82 і 2,83 т/га.

Отже, у середньому за 2017–2019 рр. достовірно вищу за середню урожайність за всіма групами сортів (2,91 т/га) спостерігали у таких скоростиглих сортів, як Асука, Кофу, Тундр і Аляска (3,26; 3,50; 3,01 та 3,00 т/га відповідно); у ранньостиглих – Кіото, Мерлін, Амадеус (3,44; 3,31 та 3,14 т/га відповідно); середньоранніх – Кордоба (3,20 т/га); середньостиглих – Кент (3,25 т/га).

Таким чином, експериментально встановлено, що для одержання високопродуктивних агробіоценозів сої в західній частині Лісостепу України необхідно зважено підходити до вибору сортів сої різних груп стиглості. Рівень формування продуктивності сортів сої визначає такий показник, як скоростиглість сорту. Для умов зони західного Лісостепу ефективним є

виросування ранньостиглих (Кіото, Мерлін і Амадеус) та середньостиглих (Кент, Вінні і Падуа) сортів сої.

Аналіз результатів коефіцієнтів еластичності показав, що ранньостиглі сорти сої найбільше реагують на зміну температурного режиму (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Коефіцієнти еластичності урожайності сортів сої залежно від кліматичних факторів Тернопільської області, середнє за 2017–2019 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Коефіцієнти еластичності за температурою повітря (°C) та кількістю опадів (мм) за вегетацію							
		Сума температур, °C				Кількість опадів, мм			
		R (Δy)	Δx	E_A	E_1	E_2	Δx	E_A	E_1
Кіото	0,86	0,9	1,000	21,0	610,5	-57,2	-0,015	0,0	-1,3
Амадеус	0,88	0,9	1,000	21,0	668,8	-57,2	-0,015	-0,2	-1,5
Аріса	1,25	1,3	1,000	21,0	738,5	-57,2	-0,022	-0,1	-2,3
Мерлін	1,11	63,8	0,017	0,4	11,0	-57,2	-0,019	-0,2	-1,7
Діадема Поділля	0,97	63,8	0,015	0,3	10,7	-57,2	-0,017	-0,2	-1,7
Атланта	0,80	63,8	0,013	0,3	10,7	-57,2	-0,014	-0,1	-1,7
Асука	0,71	143,5	0,005	0,1	2,8	-101,4	-0,007	-0,1	-0,6
Кофу	0,71	-6,5	-0,109	-2,0	-56,8	20,0	0,036	0,5	2,7
Аляска	0,33	-6,5	-0,051	-0,9	-30,8	20,0	0,017	0,4	1,4
Хуторяночка	0,57	-6,5	-0,088	-1,6	-57,4	20,0	0,029	0,4	2,7
Княжна	0,83	-6,5	-0,128	-2,3	-89,0	20,0	0,042	0,3	4,2
Самородок	0,65	-6,5	-0,100	-1,8	-69,0	20,0	0,033	0,3	3,2
Тундра	0,68	-6,5	-0,105	-1,9	-63,2	20,0	0,034	0,4	3,0
Білявка	0,78	-6,5	-0,120	-2,2	-78,0	20,0	0,039	0,4	3,7
Мавка	0,78	-6,5	-0,120	-2,2	-83,5	20,0	0,039	0,3	3,9
Альянс	0,71	-6,5	-0,109	-2,0	-75,1	20,0	0,036	0,3	3,5
Ліссабон	0,84	23,0	0,037	0,7	26,0	-14,0	-0,060	-0,5	-6,2
Кордоба	0,68	23,0	0,030	0,6	17,6	-14,0	-0,049	-0,6	-4,2
Оріана	0,76	23,0	0,033	0,6	24,9	-14,0	-0,054	-0,5	-6,0
Вежа	0,91	23,0	0,040	0,8	29,6	-14,0	-0,065	-0,5	-7,1
Кент	0,65	162,9	0,004	0,1	2,7	-116,8	-0,006	-0,1	-0,5
Падуа	0,86	87,5	0,010	0,2	7,6	-63,7	-0,014	-0,1	-1,5
Вінні	0,79	87,5	0,009	0,2	7,0	-63,7	-0,012	-0,1	-1,3

Примітка: Температурний режим та режим зволоження відповідає умовам року, в який було одержано максимальну (у_{max}) та мінімальну (у_{min}) урожайність

Так, якщо у скоростиглого сорту Кент та середньостиглого сорту Асука підвищення температури на 1°C підвищувало урожайність на 4 та 5 кг/га ($E_A = 0,004$ і $E_A = 0,005$), то у ранньостиглих сортів Атланта, Діадема Поділля і Мерлін коефіцієнт еластичності становив 0,013, 0,015 та 0,017 відповідно. Деяко вищі показники були за вирощування середньоранніх сортів Кордоба ($E_A=0,030$), Оріана ($E_A=0,033$) і Вежа ($E_A=0,040$). Більш чутливими на зміну температурного режиму виявилися ранньостиглі сорти Кіото, Амадеус і Аріса, про що свідчить різке зростання E_A ($E_A=1,00$).

За вирощування скоростиглих сортів сої отримано обернену закономірність – зменшення врожайності зумовлене підвищенням суми температур за вегетацію ($E_A = -0,051 \div -0,128$). Аналізуючи відносні коефіцієнти еластичності (E_2), слід відмітити, що підвищення температури на 1% сприяло зростанню урожайності сортів ранньостиглої групи на 10,7–738,5%, середньоранньої групи на 17,6–29,6%, середньостиглої групи – на 2,7–7,6%. За вирощування скоростиглих сортів сої відносний коефіцієнт еластичності (E_2) мав від’ємне значення і становив $-30,8 \div -89,0\%$. Тобто зменшення суми температур на 1% призводить до збільшення урожайності.

Установлено, що зі зменшенням суми опадів на 1 мм урожайність зростає на 14,0–22,0 кг/га у ранньостиглих сортів; 49,0–65,0 кг у середньоранніх сортів; 6,0–14,0 кг/га у середньостиглих сортів сої. За вирощування скоростиглих сортів сої збільшення опадів на 1 мм сприяло зростанню рівня урожайності на 14,0 та 42,0 кг/га, або, іншими словами, підвищення кількості опадів на 1% сприяло зростанню урожайності на 1,4–4,2%.

Таким чином, простежується закономірність впливу погодних умов на урожайність сортів сої. Урожайність рослини залежить від суми температур у вегетаційний період. З підвищенням суми температур на 1% урожайність зростає у ранньостиглих, середньоранніх і середньостиглих сортів на 2,7–738,5%, а у скоростиглих сортів навпаки – за збільшення температури урожайність знижується на $-57,4 \div -89,0\%$. На урожайність впливає сума

опадів. Проведений аналіз засвідчив обернену залежність урожайності сої від суми опадів у вегетаційний період за вирощування: збільшення суми опадів за вегетацію на 1%, зниження урожайності на $-0,5 \div -7,1\%$, а за вирощування скоростиглих сортів – збільшення суми опадів сприяло зростанню урожайності на $1,4 \div 4,2\%$.

3.1.3. Урожайність сої, вирощеної в умовах Миколаївської області

На сьогодні значно збагатився сортовий спектр і підвищився валовий збір зерна сої. Приріст урожайності сої проходить завдяки впровадженню нових сортів, адаптованих до певних агроекологічних зон та технологій.

У разі вирощування сої доцільно орієнтуватися на два–три різні за скоростиглістю сорти сої. А. О. Бабиш [4] для зони Лісостепу рекомендує, щоб середньоранньостиглі сорти займали 25–30%, а середньостиглі – 30–40% у структурі посівів сої за групами стиглості.

Урожайність є комплексним показником адаптації сорту до умов вирощування.

Погодні умови у період вегетації сої в роки досліджень були надзвичайно контрастними за вологозабезпеченням та температурним режимом. Погодні умови вегетаційного періоду сої відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшення кількості опадів і зростання температури повітря.

Найсприятливіші умови для урожайності сої склалися у 2018 р., коли індекс умов становив 0,27, а наступний рік виявився менш сприятливим – індекс умов 0,13 (табл. 3.5).

Найкращою оцінкою сприятливості погодних умов року завжди є середня врожайність дослідів. Відповідно у ці роки спостерігали протилежні за значенням показники середньої врожайності сортів сої. Несприятливим для отримання високої врожайності сої виявився 2017 р., коли індекс умов середовища становив -0,41.

Таблиця 3.5

Урожайність насіння сортів сої різних груп стиглості, вирощених в умовах Миколаївської області, т/га

Група стиглості	Сорт	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017–2019 рр.
Скоростигла	Асука	2,08	2,73	2,62	2,48
	Кофу	2,03	2,61	2,47	2,37
	Аляска	1,94	2,47	2,60	2,34
	Хуторяночка	1,89	2,56	2,45	2,30
	Княжна	1,81	2,49	2,40	2,23
	Самородок	1,91	2,42	2,40	2,24
	Тундра	1,99	2,54	2,50	2,34
	Білявка	1,64	2,48	2,52	2,21
	Мавка	1,63	2,51	2,34	2,16
	Альянс	2,08	2,60	2,33	2,34
Ранньостигла	Кіото	2,35	3,31	2,68	2,78
	Амадеус	2,13	2,89	2,64	2,55
	Аріса	2,03	2,68	2,60	2,44
	Мерлін	2,23	3,22	3,20	2,88
	Діадема Поділля	2,09	2,72	2,64	2,48
	Атланта	2,04	2,51	2,38	2,31
Середньорання	Ліссабон	2,05	2,73	2,59	2,46
	Кордоба	1,98	3,05	2,57	2,53
	Оріана	1,65	2,11	2,32	2,03
	Вежа	1,90	2,44	2,26	2,20
Середньостигла	Кент	2,55	3,20	2,80	2,85
	Падуа	2,05	2,82	2,43	2,43
	Вінні	1,78	2,37	2,42	2,19
Середнє		1,99	2,67	2,53	2,40
<i>НІР₀₅</i> (для груп сортів)		0,30	0,28	0,25	
Індекс умов середовища, (І_і)		-0,41	0,27	0,13	

Як показують дослідження, урожайність сої змінювалась за роками. Установлено, що варіювання врожайності сої за роками знаходиться в межах від 1,63 до 3,31 т/га. У всіх сортів, що вивчались, незалежно від групи стиглості, найнижча середня врожайність була у 2017 році (1,99 т/га), а найвища – у 2018 році (2,67 т/га), коли погодні умови наближалися до кліматичної норми.

В умовах 2017 року урожайність сої дуже ранньої групи стиглості (сорт Асука і Альянс) становила по 2,08 т/га; урожайність ранньої групи стиглості (сорт Кіото і Мерлін) – 2,35 і 2,23 т/га відповідно;

середньоранньої групи (сорти Ліссабон і Кордоба) – 2,05 т/га і 1,98 т/га і урожайність середньостиглої групи (сорти Кент і Падуа) становила 2,55 і 2,05 т/га.

У середньому за роки дослідження висока врожайність сортів сої була зафіксована в 2018 р. у сортів скоростиглої групи Асука (2,73 т/га), Кофу (2,61 т/га) і Альянс (2,60 т/га). Урожайність сортів ранньостиглої групи становила 2,89 т/га, тобто була вищою за показник минулого року на 0,75 т/га і становила 3,31 т/га у сорту Кіото, 3,22 т/га у сорту Мерлін і 2,89 т/га у сорту Амадеус.

Серед середньоранніх сортів найвищий рівень урожайності в умовах 2018 р. отримано у сортів Кордоба (3,05 т/га) і Ліссабон (2,73 т/га). Урожайність насіння сої середньостиглих сортів Кент і Падуа становила 3,20 і 2,82 т/га відповідно.

В умовах 2019 року урожайність сої була значно нижчою порівняно з урожайністю попереднього року і становила в середньому для скоростиглих сортів 2,46 т/га (Асука – 2,62 т/га, Аляска – 2,60 т/га, Білявка – 2,52 т/га); для ранньостиглої групи сортів 2,69 т/га (Мерлін – 3,20 т/га, Кіото – 2,68 т/га, Амадеус і Діадема Поділля – 2,64 т/га); продуктивність середньоранньої групи стиглості становила 2,43 т/га, що на 0,15 т/га нижче продуктивності минулого року (Ліссабон – 2,59 т/га і Кордоба – 2,57 т/га). Урожайність середньоранньої групи сортів (Кент, Падуа і Вінні) була в межах 2,80 т/га, 2,43 і 2,42 т/га.

Проведений аналіз дозволив виявити сорти, які за будь-яких погодних умов давали у зоні південного Степу високі врожаї, сорти сої з достовірно низькою врожайністю та сорти, урожайність яких значною мірою залежить від погодних умов року.

Аналіз результатів досліджень показав, що середня врожайність сортів сої скоростиглої та середньоранньої груп за вирощування в умовах південного Степу України була відносно високою – 2,30 т/га. У результаті визначення урожайності в середньому за три роки вивчення виділено кращі

сортів сої скоростиглої групи, які забезпечили високі показники урожайності: Асука (2,48 т/га), Кофу (2,37 т/га), Аляска, Тундра і Альянс (по 2,34 т/га).

Урожайність насіння сортів сої середньоранньої групи стиглості коливалася від 2,03 т/га до 2,53 т/га. При цьому найвищий рівень урожайності забезпечили сорти Кордоба (2,53 т/га) і Ліссабон (2,46 т/га). Найнижчу врожайність як у середньому за роками досліджень, так і в абсолютних показниках урожайності формував сорт Оріона (2,03 т/га з діапазоном змін від 1,65 до 2,32 т/га).

У середньостиглій групі вдалося отримати урожайність насіння на рівні 2,19–2,85 т/га. Середня врожайність за роки проведення досліджень – 2,49 т/га. Найпродуктивнішим був сорт Кент, який забезпечив урожайність насіння 2,85 т/га.

Найбільша середня урожайність насіння сої була отримана у ранньостиглій групі – 2,57 т/га. Найвищу врожайність в середньому за роки досліджень мали сорти Мерлін (2,88 т/га) та Кіото (2,78 т/га). Ще 4 сорти формували врожайність вище 2,3 т/га, але нижче зазначених сортів.

Отже, за роки дослідження за середньої урожайності по всіх групах сортів 2,44 т/га достовірно вищу за середній показник урожайності показали скоростиглий сорт Асука (2,48 т/га); ранньостиглі – Мерлін, Кіото (2,88 та 2,78 т/га відповідно); середньоранній – Кордоба (2,53 т/га); середньостиглий – Кент (2,85 т/га). І, навпаки, низькою була урожайність таких скоростиглих сортів, як Мавка, Білявка, Княжна, Самородок, Хуторяночка (2,16; 2,21; 2,23; 2,24 та 2,30 т/га відповідно); ранньостиглих – Атланта (2,31 т/га); середньоранніх – Оріона (2,03 т/га), Вежа (2,20 т/га) та середньостиглих – Вінні (2,19 т/га).

За коефіцієнтом еластичності (E_2) визначено, на скільки відсотків результативна ознака урожайності (Y) насіння сої підвищиться зі збільшенням суми опадів (R , мм) та суми температур (T , °C) на 1%. Варто відмітити, що в умовах Миколаївської області підвищення врожайності сої при збільшенні суми опадів за вегетацію на 1% спостерігалось за

виросування ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих сортів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Коефіцієнти еластичності урожайності сортів сої залежно від кліматичних факторів Миколаївської області, середнє за 2017–2019 рр.

Сорт	Урожайність, т/га	Коефіцієнти еластичності за температурою повітря (°C) та кількістю опадів (мм) за вегетацію							
		Сума температур, °C				Кількість опадів, мм			
		R (Δy)	Δx	E_A	E_1	E_2	Δx	E_A	E_1
Кіото	0,96	-48,3	-0,02	-0,5	-17,7	7,8	0,123	0,2	6,5
Амадеус	0,76	-48,3	-0,02	-0,4	-15,2	7,8	0,097	0,5	5,6
Аріса	0,65	-48,3	-0,01	-0,3	-13,6	7,8	0,083	0,5	5,0
Мерлін	0,99	-48,3	-0,02	-0,5	-17,6	7,8	0,127	0,5	6,5
Діадема Поділля	0,63	-48,3	-0,01	-0,3	-13,0	7,8	0,081	0,5	4,8
Атланта	0,47	-48,3	-0,01	-0,2	-10,4	7,8	0,060	0,4	3,8
Асука	0,65	-44,0	-0,01	-0,3	-12,6	-5,1	-0,127	-0,5	-5,5
Кофу	0,58	-44,0	-0,01	-0,3	-11,7	-5,1	-0,114	-0,5	-5,1
Аляска	0,66	-44,0	-0,02	-0,3	-13,5	-5,1	-0,129	-0,5	-5,9
Хуторяночка	0,67	-44,0	-0,02	-0,3	-14,0	-5,1	-0,131	-0,5	-6,1
Княжна	0,68	-44,0	-0,02	-0,3	-14,6	-5,1	-0,133	-0,5	-6,4
Самородок	0,51	-44,0	-0,01	-0,2	-10,9	-5,1	-0,100	-0,5	-4,8
Тундра	0,55	-44,0	-0,01	-0,3	-11,3	-5,1	-0,108	-0,5	-4,9
Білявка	0,88	30,2	0,03	0,6	27,8	94	0,009	0,03	0,5
Мавка	0,88	-44,0	-0,02	-0,4	-19,5	-5,1	-0,173	-0,5	-8,5
Альянс	0,52	-44,0	-0,01	-0,2	-10,7	-5,1	-0,102	-0,5	-4,7
Ліссабон	0,68	-66,7	-0,01	-0,2	-9,2	13,8	0,049	0,2	2,6
Кордоба	1,07	-66,7	-0,02	-0,4	-14,1	13,8	0,078	0,2	4,0
Оріана	0,67	-9,1	-0,07	-1,6	-80,9	99,3	0,007	0,0	0,4
Вежа	0,54	-66,7	-0,01	-0,2	-8,2	13,8	0,039	0,2	2,3
Кент	0,65	-36,2	-0,02	-0,5	-16,3	3,8	0,171	1,1	8,9
Падуа	0,77	-36,2	-0,02	-0,5	-22,6	3,8	0,203	1,0	12,4
Вінні	0,64	-4,3	-0,15	-3,8	-175,7	135,3	0,005	0,02	0,3

Примітка: Температурний режим та режим зволоження відповідає умовам року, в який було одержано максимальну (y_{max}) та мінімальну (y_{min}) урожайність

Найбільший коефіцієнт еластичності при збільшенні на 1% суми опадів спостерігали за вирощування середньостиглих сортів Падуа – 12,4% та Кент

– 8,9%; ранньостиглих – Мерлін і Кіото ($E_2=6,5\%$). За вирощування скоростиглих сортів сої збільшення кількості опадів на 1% сприяло зниженню урожайності насіння на $E_2=-4,7 \div -8,5\%$. Максимальні показники отримали у сорту Мавка. Отже, висока урожайність насіння сої більшою мірою відмічається при високій кількості суми опадів.

При аналізі залежності зміни урожайності насіння сої від суми температур було встановлено її зменшення на 8,2–175,7% за умов збільшення суми температур на 1%. Лише за вирощування сорту Білявка урожайність підвищувалася на 27,8% при підвищенні суми температур на 1%.

Отже, результати впливу температури та опадів на урожайність сої за коефіцієнтом еластичності показали, що формування урожайності прямо залежить від суми опадів і суми температур. Підвищення урожайності від збільшення суми опадів на 1 мм становить від 5 до 203 кг/га. За умов збільшення суми температур на 1°C урожайність сої зменшується на 1,0–15,0 кг/га.

3.2. Параметри відповідності умов навколишнього середовища кращій реалізації біопотенціалу сортів сої

За даними Джаванні Ацці, урожай є похідною продуктивності й стійкості. Він пов'язаний з адаптацією й генетичною стабільністю. Адаптація є пристосуванням сортів культур до ґрунтово-кліматичних умов, а пластичність – властивістю рослин виживати в межах певних умов середовища [2].

Поява сортів сої з принципово новими характеристиками, ефективне використання їхнього генетичного потенціалу, зменшення енерговитрат на виробництво потребують удосконалення системи підбору та раціонального розміщення у певних ґрунтово-кліматичних зонах з урахуванням потенціальних можливостей, біологічних особливостей, адаптивності,

агроекологічної пластичності, реакції на умови вирощування і агрокліматичних умов зони вирощування.

Сорти по-різному розкривають свій потенціал продуктивності в різних умовах вирощування. Для реалізації максимальної продуктивності сортів сої у різних регіонах вирощування важливо знати їхній потенціал адаптивності, що оцінюється екологічною пластичністю та стабільністю. Ці ознаки характеризують особливості пристосування сорту до умов навколишнього середовища, дають уяву про переваги та недоліки того чи іншого сорту, його поведінку в різних умовах вирощування.

На сьогодні найбільш поширеним способом оцінки пластичності є аналіз урожайності насіння сортів за рядом контрастних років або на основі випробування сортів у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Під терміном «адаптивність» розуміють здатність генотипів забезпечувати високу і стійку продуктивність рослин у різних умовах середовища

У вітчизняній та зарубіжній літературі для оцінки міри взаємодії «генотип-середовище» використовують багато понять: стабільність, пластичність, гомеостатичність, стійкість до стресу, загальна та специфічна адаптивна здатність тощо. Оцінка сортів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які забезпечують стабільні урожаї в різних місцях вирощування.

При описуванні реакції генотипу (сорт, гібрид) на навколишнє середовище як кількісної міри взаємодії «генотип-середовище» віддається перевага поняттю «стабільність», яке відображає здатність сорту протистояти стресовим факторам [15].

Екологічна пластичність – це здатність сорту ефективно використовувати сприятливі фактори зовнішнього середовища. Стабільність та пластичність агрономічних ознак сортозразків обумовлені здатністю генетичних механізмів рослин зводити до мінімуму наслідки негативного впливу навколишнього середовища, тобто протистояти їм [9].

Отже, використання високотехнологічних, добре адаптованих до екстремальних факторів зовнішнього середовища сортів є базисом досягнення високої урожайності і якості насіння сої.

Аналіз результатів дослідження 23 сортів сої, які знаходяться в Реєстрі сортів рослин України, показав, що вони також значно різняться як за висотою потенційної продуктивності, так і за стійкістю до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Для об'єктивної оцінки генетичного потенціалу сортів сої різних груп стиглості і їх реакції на зміну зовнішніх факторів було визначено стійкість до стресу, генетичну гнучкість, екологічну пластичність, стабільність, загальну адаптивну здатність, гомеостатичність та селекційну цінність сортів за показником урожайності.

Рівень стійкості до стресу визначають як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю. Він має від'ємне значення і чим він менший, тим вища стресостійкість сорту. Чим менший розрив між мінімальною і максимальною врожайністю, тим вища стійкість сорту до стресової ситуації і ширше діапазон їх пристосувальних можливостей [1].

На підставі проведених досліджень встановлено, що найвищу стресостійкість проявили ранньостиглий сорт Атланта і середньоранній сорт Ліссабон (-1,16), а також скоростиглі сорти Самородок (-1,25) і Хуторяночка (-1,26) (табл. 3.7). Стійкі до стресових ситуацій сорти відрізняються відносно низькою нормою реакції на зміну умов вирощування, коефіцієнт регресії у них менше одиниці і з подальшим його зниженням стійкість до несприятливих умов збільшується.

У наших дослідженнях відносно високу стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища показали також сорти Кент, Оріана, Мавка, Альянс та Аляска, показник стійкості до стресу в них був практично на одному рівні (від -1,32 до -1,36). Найнижчий показник стійкості до стресу показав скоростиглий сорт Кофу (-2,27).

Таблиця 3.7

Статистичні параметри адаптивності за урожайністю сортів сої різних груп стиглості, 2017-2019 рр.

Група стиглості	Сорт	Стійкість до стресу	Стабільність, (Si^2)	Пластичність, (bi)	Загальна адаптивна здатність (ЗАЗ)	Генетична гнучкість	Коефіцієнт варіації, (V, %)	Селекційна цінність, (Sc)	Гомеостатичність, (Ном)	Коефіцієнт агрономічної стабільності, (As , %)	Інтенсивність сорту, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ранньостигла	Кіото	-1,54	0,45	1,25	0,46	3,12	15,6	1,84	4,16	84,4	50,7
	Амадеус	-1,79	0,13	1,30	0,13	2,73	20,9	1,37	2,67	79,1	66,1
	Аріса	-1,43	0,07	0,63	0,07	2,75	15,4	1,55	4,55	84,6	54,0
	Мерлін	-1,69	0,50	0,72	0,51	3,08	15,1	1,76	3,93	84,9	54,8
	Діадема Поділля	-1,46	0,12	0,90	0,13	2,78	16,8	1,58	4,08	83,2	54,0
	Атланта	-1,16	-0,24	0,34	-0,23	2,26	15,3	1,39	5,62	84,7	49,4
Скоростигла	Асука	-1,64	0,27	1,30	0,27	2,90	16,0	1,59	3,81	84,0	57,5
	Кофу	-2,27	0,14	2,35	0,14	2,82	25,2	1,16	1,75	74,8	83,4
	Аляска	-1,36	0,00	1,26	0,01	2,47	17,7	1,47	4,15	82,3	52,6
	Хуторяночка	-1,26	-0,19	1,14	-0,18	2,41	16,8	1,40	4,72	83,2	52,5
	Княжна	-1,40	-0,27	0,88	-0,26	2,28	18,4	1,23	3,88	81,6	60,5
	Самородок	-1,25	-0,20	0,78	-0,20	2,37	15,5	1,39	5,15	84,5	52,4

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скоростигла	Тундра	-1,43	0,08	1,09	0,09	2,71	15,0	1,55	4,66	85,0	53,6
	Білявка	-1,73	-0,28	1,47	-0,28	2,35	23,5	1,06	2,46	76,5	75,2
	Мавка	-1,34	-0,20	0,73	-0,20	2,30	18,7	1,31	4,00	81,3	56,2
	Альянс	-1,35	-0,15	0,65	-0,15	2,36	16,3	1,35	4,55	83,7	55,5
Середньорання	Ліссабон	-1,16	0,08	0,11	0,08	2,63	16,9	1,70	5,09	83,1	43,6
	Кордоба	-1,48	0,20	1,29	0,20	2,72	17,9	1,59	3,78	82,1	53,2
	Оріана	-1,33	-0,20	0,54	-0,20	2,32	20,0	1,32	3,76	80,0	55,9
	Вежа	-1,49	-0,37	0,99	-0,37	2,33	18,9	1,14	3,55	81,1	67,3
Середньо стигла	Кент	-1,32	0,36	0,92	0,36	3,00	12,9	1,88	5,89	87,1	44,9
	Падуа	-1,70	-0,19	1,23	-0,19	2,39	21,6	1,14	2,73	78,4	71,1
	Вінні	-1,44	-0,12	1,14	-0,12	2,50	18,8	1,36	3,69	81,2	58,5

Характеристику сортів за стійкістю до стресу доповнюють показник, генетична гнучкість або екологічна пластичність, величина, яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами середовища.

Середня врожайність сортів у контрастних (сприятливих і несприятливих) умовах характеризує їхню генетичну гнучкість. Чим вище ступінь відповідності між генотипом сорту і різними чинниками довкілля (кліматичні, біотичні та ін.), тим вище цей показник.

Високі значення показників генетичної гнучкості у сортів Кіото (3,12), Мерлін (3,08) і Кент (3,00) свідчать про великий ступінь відповідності між генотипом сорту і чинниками навколишнього природного середовища.

Досить високі значення генетичної гнучкості забезпечили сорти Асука (2,90), Кофу (2,82), Діадема Поділля (2,78), Аріса (2,75), Амадеус (2,73), Кордоба (2,72) і Тундра (2,71). За розмахом коливання врожайності – різницею між максимальним і мінімальним показниками – можна визначити ступінь стабільності сорту залежно від змін екологічних умов регіонів: чим нижчий цей показник, тим стабільним є сорт.

Досліджені сорти значно різнилися за амплітудою коливання урожайності. Із розрахунків, відповідно до значень коефіцієнта варіації ($V, \%$), який характеризує ступінь мінливості ознаки ($V < 10\%$ – низька мінливість, $V = 10\text{--}20\%$ – середня, $V > 20\%$ – висока), найвища мінливість показника урожайності спостерігалась у скоростиглого сорту Кофу – $V = 25,2\%$ з розмахом варіації 2,27 т/га. Високі коливання урожайності (коефіцієнт варіації $V \geq 20\%$) і розмах варіювання урожайності мали сорти Білявка ($V = 23,5\%$ з розмахом варіювання 1,73 т/га), Падуа ($V = 21,6\%$ і 1,70 т/га) та Амадеус ($V = 20,9$ і 1,79 т/га). Високі рівні розмаху варіювання та коефіцієнтів варіації урожайності певного сорту не можуть вважатися його позитивною характеристикою, проте середній рівень урожайності за ряд років може виявитись досить високим за рахунок високих абсолютних значень. Серед досліджених сортів найбільш урожайними виявились сорти з варіабельністю урожайності на рівні 12,9–15,1%: Мерлін ($V = 15,1\%$), Кіото

($V = 15,6\%$), Кент ($V = 12,9\%$). Ці сорти реагували на покращення умов вирощування в сприятливі роки та неістотно знижували продуктивність в лімітованих умовах.

Решта сортів характеризувались середнім коефіцієнтом варіації ($V = 12,9\text{--}20,0\%$) показників урожайності залежно від впливу умов навколишнього середовища. Ці сорти гарно реагували на покращення умов вирощування та неістотно знижували продуктивність у лімітованих умовах.

Одним із важливих показників, що характеризують стійкість рослин до несприятливих чинників середовища, є гомеостаз – універсальна властивість у системі взаємодії генотипу і навколишнього середовища. Критерієм гомеостатичності сортів можна вважати їхню здатність підтримувати низьку варіабельність ознак продуктивності [17]. Таким чином, зв'язок гомеостатичності (Hom) з коефіцієнтом варіації (V) характеризує стійкість прояву ознак, а отже, стійкість рослинних організмів у мінливих умовах навколишнього середовища [25].

Установлено, що визначення гомеостатичності дає можливість не лише оцінити продуктивність сортів за середньою врожайністю, а й визначити норму їх реакції на лімітуючі фактори довкілля різного походження (абіотичного, біотичного, антропічного тощо), адже високий рівень гомеостатичності характерний для сортів із стабільною урожайністю [12]. Чим вищим є значення цього показника, тим вище оцінюється сорт за придатністю до умов вирощування. Найбільше значення цього показника отримано у середньостиглого сорту Кент – $Hom = 5,89$.

За стійкістю до раптових змін навколишнього середовища (Hom) кращими виявилися сорти із ранньостиглої групи – Атланта (5,62), скоростиглої – Самородок (5,15), середньоранньої – Ліссабон (5,09). Діапазон коливань коефіцієнта гомеостатичності у решти досліджуваних сортів становив від 1,75 до 4,72. Найменший показник відмічено за вирощування скоростиглого сорту сої Кофу ($Hom = 1,75$).

Висновки і оцінки, зроблені нами раніше, підтверджує розрахунок такого показника, як селекційна цінність сорту (Sc), що входить до базового пакета оцінок на пластичність та стабільність сортів. Селекційна цінність є комплексним показником, який поєднує врожайність з рівнем адаптивної здатності генотипу.

У наших дослідженнях високу селекційну цінність на рівні 1,88–1,55 відмічено у ряду сортів, зокрема у середньостиглого сорту Кент ($Sc=1,88$), у ранньостиглих сортів Кіото ($Sc=1,84$), Мерлін ($Sc=1,76$), Діадема Поділля ($Sc=1,58$) і Аріса ($Sc=1,55$), а також у скорослиглих сортів Асука ($Sc=1,59$), і Тундра ($Sc=1,55$) і середньораннього сорту Ліссабон ($Sc=1,70$). Вони поєднують високий рівень урожайності з його стабільністю при вирощуванні у різних за умовами роках.

Оцінка сортових ресурсів за рівнем урожайності, показниками пластичності та стабільності є основою більш ефективного використання генетичного потенціалу їх продуктивності, а це, зі свого боку, є запорукою отримання гарантованих урожаїв насіння сої.

Цінність сорту для виробництва обумовлюється як генетичним потенціалом, так і стабільністю його реалізації. Сорти з відносно високим значенням пластичності можуть виявитися упродовж певного проміжку часу менш урожайними, ніж сорти з меншим генетичним потенціалом, але з більш стабільною реалізацією потенціалу продуктивності [10].

За методикою Ебергарда-Рассела, коефіцієнт регресії врожайності сорту на індекси середовища прийнято називати коефіцієнтом екологічної пластичності, дисперсію відносно регресії – стабільністю.

У чисто агрономічному відношенні екологічно стійкі сорти – це сорти середньої інтенсивності, здатні формувати не дуже високу, але стабільну врожайність у сприятливих і несприятливих умовах. Досягти поєднання в одному сорті бажаних ознак лише методами селекції дуже важко через негативні генетичні кореляції. Тому у вирішенні проблеми екологічної

стійкості необхідно залучати сортові агротехнології, завданням яких є максимальне задоволення специфічних потреб сорту.

Для систематизації отриманих результатів використаємо рангову класифікацію генотипів за співвідношенням параметрів пластичності (b_i) і стабільності S_i^2 [25]: 1) $b_i < 1$, $S_i^2 > 0$ – мають кращі результати в несприятливих умовах, нестабільний; 2) $b_i < 1$, $S_i^2 = 0$ – мають кращі результати в несприятливих умовах, стабільний; 3) $b_i = 1$, $S_i^2 = 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, стабільний; 4) $b_i = 1$, $S_i^2 > 0$ – добре відгукується на поліпшення умов, нестабільний; 5) $b_i > 1$, $S_i^2 = 0$ – мають кращі результати у сприятливих умовах, стабільний; 6) $b_i > 1$, $S_i^2 > 0$ – мають кращі результати у сприятливих умовах. При цьому генотипи з коефіцієнтом $b_i > 1$ відносять до високопластичних (відносно середньої групової), а при $1 > b_i = 0$ – до відносно низько пластичних.

Здебільшого b_i має позитивне значення, але може набувати знака мінус за впливу окремих абіотичних чи біотичних факторів – вилягання посівів, ураження хворобами і шкідниками тощо.

Варіанса стабільності ознаки (S_i^2) показує, наскільки надійно сортозразок відповідає тій пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії b_i . Установлено, що підвищення стабільності урожайності сорту супроводжується зменшенням його пластичності S_i^2 [18].

До екологічно стабільних відносять варіанти, у яких варіанса стабільності наближається до нуля ($S_i^2 = 0$)

Більшу стабільність мають сорти з найменшим числовим значенням варіанси; при цьому сорти з низькою стабільністю більш чутливі до умов вирощування.

У наших дослідженнях високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,09 до 2,35. З 23 досліджуваних сортів лише одинадцять мали досить високу пластичність: Кофу ($b_i = 2,35$), Білявка ($b_i = 1,47$), Асука і Амадеус ($b_i = 1,30$), Кордоба ($b_i = 1,29$), Аляска ($b_i = 1,26$), Кіото ($b_i = 1,25$), Падуа ($b_i =$

1,23), Вінні і Хуторяночка ($b_i = 1,14$), Тундра ($b_i = 1,09$). Високочутливими до погодних умов вирощування виявилися такі сорти, як: Ліссабон ($b_i = 0,11$), Атланта ($b_i = 0,34$), Оріана ($b_i = 0,54$), Аріса ($b_i = 0,63$), Альянс ($b_i = 0,65$), Мерлін ($b_i = 0,72$), Мавка ($b_i = 0,73$). Усі інші сорти за пластичністю наближаються до коефіцієнта, близького до одиниці, – Вежа ($b_i = 0,99$), Кент ($b_i = 0,92$), Діадема Поділля ($b_i = 0,90$), Княжна ($b_i = 0,88$), Самородок ($b_i = 0,78$), тобто реалізація потенціалу врожайності й умови вирощування максимально наближені до повної відповідності (рис. 3.1).

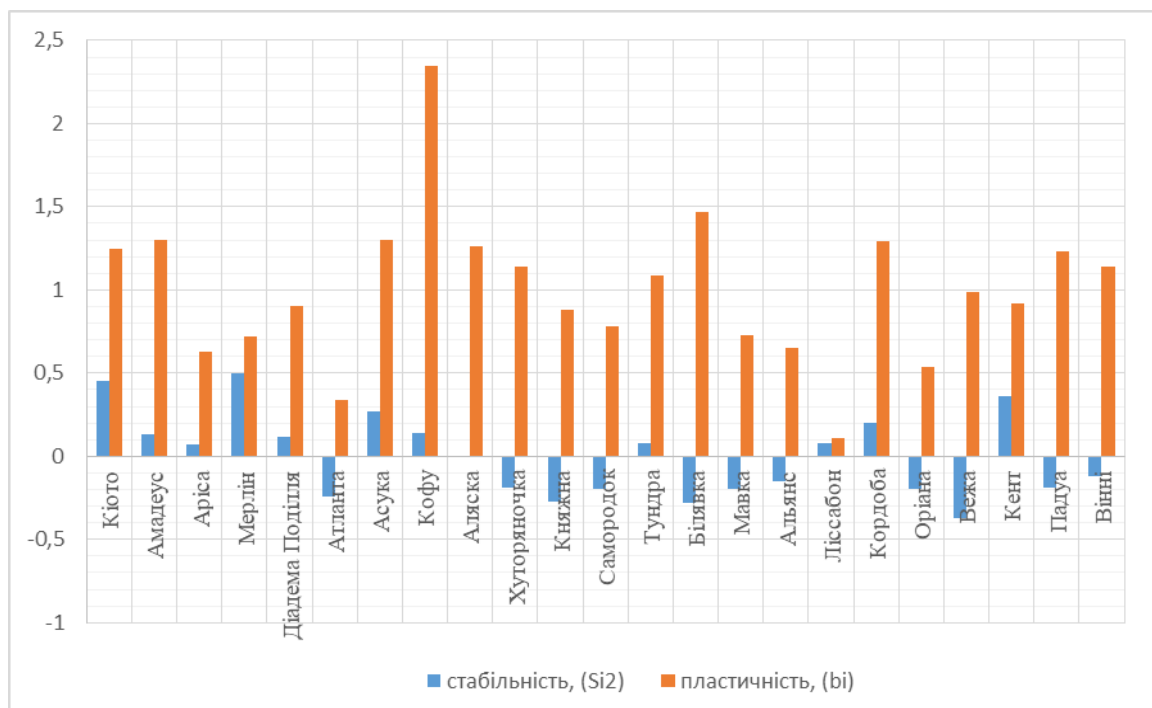


Рис. 3.1. Характеристика сортів сої за стабільністю й пластичністю

У такому разі ці сорти можна віднести до сортів інтенсивного типу з позитивною реакцією на покращення умов вирощування.

За Eberhart S. A. та Russel W. A. стабільність урожайності культури характеризується показником відхилення від загальної дисперсії: чим більший від'ємний показник відхилення від загальної дисперсії, тим вищу стабільність урожайності має сорт.

Серед досліджуваних сортів сої високою генетичною стабільністю характеризувалися Вежа ($S_i^2 = -0,37$), Білявка ($S_i^2 = -0,28$), Княжна ($S_i^2 = -0,27$),

Атланта ($Si^2=-0,24$), Самородок, Мавка і Оріана ($Si^2=-0,20$), Хуторяночка і Падуа ($Si^2=-0,19$), Альянс ($Si^2=-0,15$) та Вінні ($Si^2=-0,12$) – їхні відхилення від середньої дисперсії з позначкою «мінус» мали значення, істотно менші за 0.

За показником стабільності найкращим також був скоростиглий сорт Аляска, коефіцієнт стабільності якого дорівнював 0.

Високою стабільністю урожайності виділялися сорти з показниками Si^2 , близькими до нуля: Аріса ($Si^2=0,07$), Тундра і Ліссабон ($Si^2=0,08$), тобто з низькою та середньою пластичністю.

Поєднання високої пластичності та стабільності урожайності з усієї вибірки сортів було встановлено лише для двох сортів – Кофу ($bi = 2,35$ за $Si^2 = 0,14$) та Білявка ($bi = 1,47$ за $Si^2 = -0,28$).

Адаптивність сорту до умов середовища визначається переважно такими параметрами, як пластичність, стабільність і адаптивна здатність.

Один із ефективних методів оцінки адаптивності генотипів розроблений О. І. Кільчевським та Л. В. Хотильовою, за яким можна визначити реакцію сорту на умови вирощування [14]. Відповідно до цього методу реакція сорту на умови вирощування характеризується загальною адаптивною здатністю (ЗАЗ) – середнє значення ознаки в різних умовах середовища.

Кращими є сорти з високою загальною адаптивною здатністю, високим проявом ознаки та середньою пластичністю.

Аналіз результатів досліджень показав, що найвищі ефекти ЗАЗ за досліджуваній період відзначено в ранньостиглих сортів Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Амадеус (0,13), Діадема Поділля (0,13), Аріса (0,07); скоростиглих сортів – Асука (0,27), Кофу (0,14), Тундра (0,09), Аляска (0,01); середньоранніх сортів – Кордоба (0,20) і Ліссабон (0,08) та середньостиглого сорту Кент (0,36), тобто вони за вирощування у нестабільних умовах у середньому забезпечують підвищену урожайність (табл. 3.4). Аналіз адаптивної здатності сортів сої за рівнем урожайності показав, що загальна

адаптивна здатність у зазначених сортів була позитивною. У решти сортів показник ЗАЗ – негативний.

Показником, що дає змогу оцінити сорт за поєднанням продуктивності і стабільності врожаю, є коефіцієнт агрономічної стабільності. Найбільш цінними для виробництва є сорти, у яких коефіцієнт стабільності перевищує 70%. За ступенем агрономічної стабільності їх поділяють на: 1 – дуже низька (< 20%), 3 – низька (21–40%), 5 – середня (41–60%), 7 – висока (61–80%) і 9 – дуже висока (> 80%). Оцінка агрономічної стабільності вирощування сої показала, що сорти реалізували свій потенціал врожайності повною мірою. Коефіцієнт агрономічної стабільності для всіх представлених сортів виявився високим $A_s > 70\%$ ($A_s = 74,8–87,1\%$).

Найвищий показник отримано у середньостиглого сорту Кент ($A_s = 87,1\%$), який відрізнявся і високою урожайністю у наших дослідженнях. Високі показники агрономічної стабільності мали також скоростиглий сорт Самородок (85,0), ранньостиглі сорти Аріса (84,9) і Атланта (84,7). Практично всі генотипи, які мали низький коефіцієнт агрономічної стабільності, відрізнялись і низьким рівнем урожайності.

Показник інтенсивності сорту вказує на можливий потенціал сорту при виробничому вирощуванні. Серед сортів, які показали високу інтенсивність, Кофу (83,4%) та Білявка (75,2%). Інші високоврожайні сорти також мали високий відсоток інтенсивності. Але в умовах критичного зволоження та високих температур кращим вважається, навпаки, не інтенсивний, а більш стабільний сорт, той, що має менший відсоток інтенсивності. Найбільш стабільним серед найбільш урожайних виявилися сорти Альянс, Кент і Атланта, які мали інтенсивність менше 50%. Крім того, рівень інтенсивності сорту 51% свідчить про можливість використання саме цього сорту як більш стабільного та врожайного в посушливих умовах.

Оскільки маємо характеристики адаптивності різної розмірності, які необхідно об'єднати одним показником, проводимо ранжирування значень. Це дає змогу визначити ранг кожного сорту за окремими параметрами

адаптивності і розрахувати за їхньою сумою середній арифметичний показник суми рангів (Y), що можна сприймати за інтегроване значення адаптивності генотипу. Сорти, що мають низькі значення цього показника, займають за рангом перші місця, їх слід зараховувати до групи з високою сукупною адаптивною здатністю. Однак при цьому потенціал продуктивності генотипу буде врахований частково, лише як рівноправна частина у складі ранжирів. Тому слід нормувати показник середньої арифметичної ознаки (у такому разі це врожайність, поділена на середній показник суми рангів) з тим, щоб внесок високого генетичного потенціалу продуктивності був визначальним у цьому інтегрованому параметрі. Тоді отримані максимальні значення цього показника відповідатимуть високій сукупній адаптивній здатності, а мінімальні – низькій. Сукупний показник назвали «рейтингом адаптивності сорту». Чим нижчий ранг серед випробуваних сортів або порівняно з районованим, тим він має вищу господарську цінність [7].

За рангової оцінки вище місце при більшому числовому значенні призначали таким показникам, як врожайність, гомеостатичність, пластичність, загальна адаптивна здатність, селекційна цінність; вище місце при меншому числовому значенні – стабільність, коефіцієнт варіації (табл. 3.8).

Показники стресостійкості та генотипової гнучкості не враховували у ранжуванні для уникнення критичного збільшення питомої ваги показників, які вираховують на основі простих математичних операцій з врожайністю сортів сої.

Згідно з РАС перше місце в загальному рейтингу – за середньостиглим сортом Кент (0,56). Основна перевага цього сорту – висока гомеостатичність, селекційна цінність, коефіцієнт варіації та третє місце за іншими рейтинговими показниками (врожайність, загальна адаптивна здатність).

Таблиця 3.8

Ранжирування параметрів урожайності і її стабільності та рейтинг адаптивності сортів сої, 2017-2019 рр.

Сорт	\bar{X}	V	bi	Si ²	ЗАЗ	Ном	Sc	Середній показник суми рангів (Y)	\bar{X} (т/га)/Y	Рейтинг (ранг \bar{X} /Y)
Кент	3	1	11	17	3	1	1	5,3	0,56	1
Кіото	2	7	6	18	2	8	2	6,4	0,47	2
Мерлін	1	3	16	19	1	12	3	7,9	0,39	3
Тундра	8	2	9	11	8	6	7	7,3	0,37	4
Асука	4	8	3	16	4	14	5	7,7	0,37	4
Кордоба	5	13	4	15	5	15	5	8,9	0,31	5
Діадема Поділля	7	10	12	12	7	10	6	9,1	0,30	6
Аляска	11	12	5	9	11	9	8	9,3	0,28	7
Аріса	10	5	18	10	10	7	7	9,6	0,28	7
Ліссабон	9	11	21	11	9	4	4	9,9	0,27	8
Хуторяночка	14	10	8	6	14	5	9	9,4	0,25	9
Самородок	16	6	14	5	16	3	10	10,0	0,24	10
Амадеус	7	19	3	13	7	20	11	11,4	0,24	10
Атланта	17	4	20	4	17	2	10	10,6	0,22	11
Альянс	13	9	17	7	13	7	13	11,3	0,22	11
Кофу	6	22	1	14	6	22	17	12,6	0,22	11
Вінні	12	16	8	8	12	17	12	12,1	0,20	12
Мавка	16	15	15	5	16	11	15	13,3	0,18	13
Княжна	18	14	13	3	18	13	16	13,6	0,17	14
Падуа	15	20	7	6	15	19	18	14,3	0,17	14
Білявка	19	21	2	2	19	21	19	14,7	0,16	15
Оріана	16	18	19	5	16	16	14	14,9	0,16	15
Вежа	20	17	10	1	20	18	18	14,9	0,15	16

Примітка: середня урожайність – \bar{X} , коефіцієнт варіації – V, коефіцієнт екологічної пластичності – bi, коефіцієнт стабільності – Si², загальна адаптивна здатність – ЗАЗ, показники гомеостатичності – Ном та селекційної цінності – Sc

Друге місце у рейтингу – за ранньостиглим сортом Кіото (0,47) в основному за рахунок високих показників урожайності, загальної адаптивної здатності і селекційної цінності генотипу. Сорт Мерлін (0,39) зайняв третю позицію також за рахунок високої врожайності, загальної адаптивної здатності, селекційної цінності та коефіцієнта варіації. Місця з четвертого по шосте в рейтингу адаптивності сорту зайняли скоростиглі сорти Тундра і Асука, а також середньоранній сорт Кордоба і ранньостиглий – Діадема Поділля, які оптимально поєднували показник урожайності та параметри адаптивності. Сорти Аляска, Аріса, Ліссабон і Хуторяночка у рейтингу адаптивності сорту, за урожайністю, посіли сьоме, восьме і дев'яте місце відповідно. Десяте місце у РАС зайняли сорти Самородок і Амадеус; одинадцяте місце – сорти Атланта, Альянс і Кофу.

Сорт Вінні у «рейтингу адаптивності сорту» посів дванадцяте місце, який за коефіцієнтом пластичності (b_i) і стабільності (S_i^2) був восьмим, за середнім проявом ознак «урожайність» (X), «селекційна цінність» (S_c) і «загальна адаптивна здатність» (ЗАЗ) – дванадцятим.

За три роки на тринадцяте місце в рейтингу адаптивності вийшов середньостиглий сорт Мавка, що посів п'ятнадцяте місце в рангових рядах за трьома з семи показників (коефіцієнт варіації, пластичність, селекційна цінність), тоді як за іншими параметрами (середня врожайність, загальна адаптивна здатність) – 16-те місце в рядах ранжирів. На 14-й позиції – сорти Княжна і Падуа, які за стабільністю посіли 3-тє і 6-те місця.

Рейтинговий розподіл адаптивної здатності ознаки «врожайність» сортів сої за показниками середньої врожайності, коефіцієнта регресії, коефіцієнта варіації, загальної адаптивної здатності, гомеостатичності та селекційної цінності на останні місця вивів сорти Білявка і Оріана (15-те місце) та сорт Вежа (16-те місце).

Отже, володіючи параметрами середньої урожайності, дисперсії і коефіцієнта регресії, можна прогнозувати, як проявить себе той чи інший сорт за кращих або гірших умов вирощування.

Висновки до розділу 3

1. Останніми роками спостерігається не тільки підвищення температури повітря у весняно-літній сезон при тривалому бездощовому періоді, а й спільна дія цих факторів упродовж короткого часу. Тому сорти сої нового покоління, як і створені на їхній основі агроценози, повинні мати високий потенціал продуктивності, більшою мірою володіти високою чутливістю на прийоми сортової технології вирощування, формувати високу продуктивність і якість насіння, меншою мірою залежати від нерегульованих факторів зовнішнього середовища, стресових ситуацій, які проявляються упродовж вегетаційного періоду.

2. Погодні умови вегетаційного періоду сої в усіх областях відповідали тенденціям останніх років, тобто зменшення кількості опадів і зростання температури повітря. Найбільш комфортні погодні умови для росту і розвитку рослин сої склалися у 2018 р., а несприятливі – у 2017 р.

3. У Сумській області за вирощування сої перевагу слід надавати сортам ранньостиглої і середньоранньої груп стиглості; а в Тернопільській області – скоростиглої і середньостиглої груп. У Миколаївській області основні площі сої слід зайняти ранньостиглими і середньостиглими сортами, які ефективніше використовують вегетаційний період, формують більший урожай.

4. Підсумовуючи, відмітимо, що використовуючи у виробництві сорти, адаптовані до певних екологічних умов, можна відчутно знизити негативний вплив погодних флуктуацій, що сприятиме зростанню та стабілізації виробництва насіння сої в Україні.

5. Вибір кращих сортів для господарств різних ґрунтово-кліматичних зон, підзон і мікрозон із нестійкими погодними умовами має визначальне значення для збільшення урожайності та поліпшення якості продукції. Він має бути науково обґрунтованим, з урахуванням характеристики екологічної пластичності, стабільності та потенціалу адаптивності нових сортів.

6. Достатній спектр мінливостей погодних умов, що склалися у період проведення досліджень, дозволив провести всебічну оцінку сортів сої за формуванням урожайності та адаптивних властивостей.

7. За 2017–2019 рр. найвищі показники стресостійкості виявили у сортів сої Атланта і Ліссабон (-1,16). Максимальні показники генотипової гнучкості забезпечили сорти Кіото, Мерлін і Кент -3,12; 3,08 і 3,00 т/га відповідно, що свідчить про високий ступінь відповідності між їх генотипом і факторами зовнішнього середовища.

8. Сорти сої значно різнилися за нормою реакції на умови навколишнього середовища. Найнижча варіабельність ознаки «врожайність» виявилася у середньостиглого сорту Кент (12,9%).

9. Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,23 до 2,35. До цієї категорії потрапили сорти Кофу, Білявка, Амадеус, Асука, Кордоба, Аляска, Кіото, Падуа, що за результатами проведених розрахунків належать до генотипів інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Високою стабільністю урожайності виділялися сорти з показниками S_i^2 , близькими до нуля (Вежа, Білявка, Княжна, Атланта), тобто з середньою пластичністю.

10. Загальна адаптивна здатність виявилася вищою у найбільш урожайних сортів Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Кент (0,36). Вища гомеостатичність ознаки «врожайність» була у сортів Кент (5,89), Атланта (5,62), Самородок (5,15) і Ліссабон (5,09).

11. Селекційна цінність генотипу, яка характеризує поєднання величини та стабільності врожаю, коливалась у межах від 1,06 (Білявка) до 1,88 (Кент). Кращими за цим комплексним показником були також сорти Кіото (1,84), Мерлін (1,76) та Ліссабон (1,70).

12. Оцінка агрономічної стабільності вирощування сої показала, що сорти реалізували свій потенціал урожайності повною мірою $As > 70\%$. Це свідчить про те, що сучасні сорти сої добре використовують для підвищення врожайності фактори навколишнього середовища і формують завдяки цьому конкурентоспроможну врожайність. На основі проведених досліджень був виділений сорт сої Кент, який має високу господарську цінність ($As = 87,1\%$).

13. За результатами досліджень, серед 23 розглядуваних сортів сої найбільш інтенсивними були скоростиглі сорти Кофу (83,4%) та Білявка (75,2%).

14. Для розрахунку рейтингу адаптивності сорту використовували показники врожайності та екологічної адаптивності. Перше місце в загальному рейтингу – за середньостиглим сортом Кент (0,56). Основні його переваги – висока гомеостатичність, селекційна цінність, коефіцієнт варіації та третє рангове місце за показником урожайності та загальної адаптивної здатності. Друге місце в рейтингу – за ранньостиглим сортом Кіото (0,47), переважно завдяки високим показникам урожайності, загальної адаптивної здатності та селекційної цінності сорту. На третьому місці – ранньостиглий сорт Мерлін (0,39), також за рахунок високої продуктивності, коефіцієнта варіації, загальної адаптивної здатності та селекційної цінності сорту.

Список використаних джерел до розділу 3

1. Андреев А. А., Драчева М. К. Оценка адаптивной способности сортов ярового ячменя и подбор родительских пар для селекционного процесса. *Зерновое хозяйство России*. № 4(64). 2019. С. 42–45.
2. Ацци Д. Сельскохозяйственная экология. Л.: Госсеххозиздат. 1932. С. 72–84.
3. Бабич А. О. Формування урожайності сої залежно від підбору сортів і технологічних прийомів в умовах південно-західного степу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали III Всеукр. конф., м. Вінниця, 3 серп. 2000 р. Вінниця. 2000. С. 9–10.
4. Бабич А. О., Бабич А. А. Селекція і зональне розміщення сої в Україні : зб. наук. праць Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Одеса: КП ОМД, 2010. Вип. 15. С. 25–32.
5. Бабич А. Сортова технологія вирощування шлях до потенційних можливостей сої. *Пропозиція*. 2000. № 10. С.41–42.
6. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 138–144.
7. Власенко В. А. Оцінка адаптивності сортів пшениці м'якої ярої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 93–103.
8. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. Вип. 11 (26). 2013. С. 100–103.
9. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Теория и практика адаптивной селекции кукурузы. Херсон : БОРИСФЕН-полиграфсервис, 1997. 168 с.

10. Гурьев Б. П., Литун П. П., Гурьева И. А. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию кукурузы. Харьков: УНИИРСиГ им. В. Я. Юрьева, 1981. 32 с.
11. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М. : Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.
12. Жученко А. А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации. М.: Институт общей генетики РАН им. Н. И. Вавилова, 2012. 581 с.
13. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 7. С. 20–25.
14. Кильчевский А. В., Хотылёва Л. В. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур в открытом грунте. Ч. 2. М., 1985. 55 с.
15. Литун П. П. Взаимодействие генотип–среда в генетических и селекционных исследованиях и способы ее изучения. Проблемы отбора селекционного материала. К.: Наук. думка, 1980. С. 63–92.
16. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109 (1). С. 76–83.
17. 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.
18. Москалец Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2015. Т. 13, № 1. С. 51–55.
19. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984. № 4. С. 109–112.

20. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу : збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. К., 2000. Вип.3–4. С. 19–24.

21. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. № 2 (33). С. 120–123.

22. Романько А. Ю. Перспективы выращивания сои на Украине в условиях изменения климата. *Молодежь и инновации – 2017*: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, г. Горки, Республика Беларусь. С. 58–60.

23. Романько А. Ю., Дудка А. А., Білокінь В. О. Урожайність сучасних сортів сої залежно від погодно-кліматичних умов північно-східного Лісостепу України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, м. Дніпро, 20 листопада 2019 р., 2019. С. 178–181.

24. Серета Л. М. Вплив агротехнічних заходів на урожайність і якість насіння сої в умовах Лісостепу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі* : матеріали третьої Всеукр. конф., м. Вінниця: Інститут кормів УААН. 2000. С. 47–48.

25. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 25–32.

26. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6, № 1. P. 34–40.

РОЗДІЛ 4
РІСТ, РОЗВИТОК ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ З
АНТИСТРЕСОВОЮ ДІЄЮ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

4.1. Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на
розвиток рослин сої

За результатами спостережень виявлено, що за одночасної сівби (6 травня 2017 р., 3 травня 2018 р. та 13 травня 2019 року) сходи також з'явилися майже одночасно (Додаток А.1). Незначне запізнення розвитку порівняно з іншими варіантами було виявлено на варіантах за обробки Атонік Плюс та Вермистим Д (2 доби). Подібна тенденція збереглася до повної стиглості (2–4 доби). Отже, вегетаційний період за обробки Атонік Плюс та Вермистим Д – 110–112 діб. Тривалість вегетаційного періоду рослин сої сорту Хуторянка в умовах Північно-Східного Лісостепу України (Сумська область) становила 108 діб.

За результатами трирічних досліджень розраховано варіювання густоти рослин у фазу повних сходів від 629,0 до 632,5 тис. шт./га. Але різниця між варіантами в цю фазу була не істотна ($HP_{05}=3,89$ тис. шт./га).

Водночас слід відзначити, що різниця між варіантами стала вираженою перед збиранням. За обробки рослин ВВСН 61 істотно більшу кількість рослин у перерахунку на один гектар понад 552,5–553,1 тис. шт./га було виявлено за застосування Атонік Плюс та Стимуляте (табл. 4.1).

Обробка рослин у фазу повного цвітіння (ВВСН 69) суттєво не вплинула на показник густоти стояння рослин. Відмічено незначне збільшення (на 1,2–5,9 тис. шт./га) за $HP_{05}=6,49$ тис. шт./га.

Зазначимо, що двократне застосування регуляторів росту сприяло істотному збереженню рослин, що обумовлюється дією препаратів на зниження впливу стресових умов упродовж періоду вегетації.

Таблиця 4.1

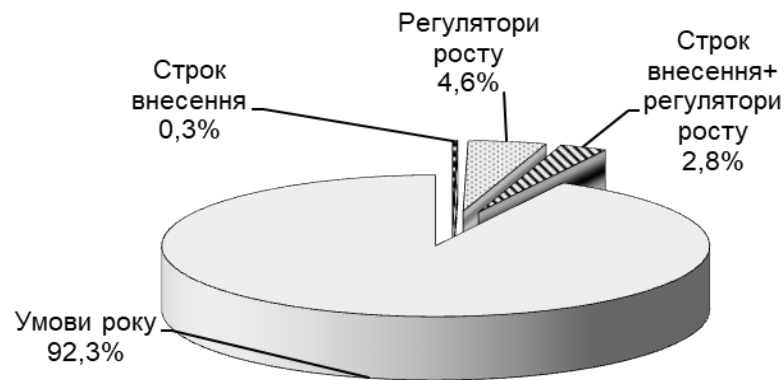
Густота стояння за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Час проведення обліку	
		фаза сходів ВВСН 10	перед збиранням ВВСН 95
ВВСН 61	Контроль	629,0	545,7
	Альбіт ТПС	631,1	549,9
	Ікс-сайт	629,6	548,6
	Атонік Плюс	629,1	552,5
	Мегафол	629,5	549,2
	Біофордж	630,4	549,2
	Вермистим Д	630,5	549,3
	Стимуляте	631,0	553,1
ВВСН 69	Контроль	629,5	547,5
	Альбіт ТПС	629,8	548,7
	Ікс-сайт	630,5	553,3
	Атонік Плюс	630,1	553,4
	Мегафол	630,1	549,0
	Біофордж	630,2	550,4
	Вермистим Д	630,8	549,6
	Стимуляте	632,3	552,8
ВВСН 61+69	Контроль	629,5	546,8
	Альбіт ТПС	629,9	553,5
	Ікс-сайт	630,5	559,1
	Атонік Плюс	630,5	563,7
	Мегафол	629,7	561,7
	Біофордж	630,9	559,4
	Вермистим Д	630,3	558,8
	Стимуляте	630,5	563,7
НІР ₀₅	Фактор А	1,38	2,30
	Фактор В	2,25	3,75
	Фактори АВ	3,89	6,49

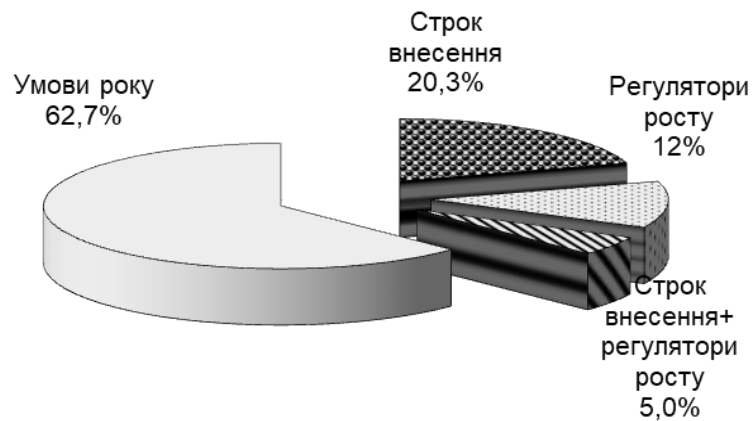
Так, порівняно з контролем на варіантах, де застосовували обробку РРР, збереглося на 6,7–16,9 тис. шт./га більше порівняно з контролем.

Максимальна густина рослин (563,7 тис. шт./га) збереглася перед збиранням на варіанті за застосування Атонік Плюс та Стимуляте. Мінімальні показники були на контрольних варіантах (546,8 тис. шт./га).

Для наочності виявлення впливу факторів на формування густоти рослин та збереження її на момент збирання нами було презентовано результати дисперсійного аналізу у вигляді діаграми (рис. 4.1).



А



Б

Рис. 4.1. Частка впливу факторів на формування густоти рослин за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (А – на фазу повних сходів; Б – перед збиранням)

Очевидне домінування впливу погодних умов (92,3%) під час проведення обліків на фазу сходів. Слід зазначити, що більш сприятливі умови на період сходів були в 2019 році (кількість опадів за квітень–травень

23,9 та 40,7 мм) у середньому за варіантами було сформовано густоту 632,1 тис. шт./га. Дещо меншу густоту (630,6 тис. шт./га) було сформовано в 2018 році (кількість опадів 22,8 та 18,6 мм). Дефіцит опадів у квітні 2017 року (лише 7,1 мм) обумовив мінімальні показники густоти рослин (628,0 тис. шт./га).

На час проведення обліків перед збиранням ситуація дещо змінилася. Отже, вплив умов року був найбільшим, але зменшився до 62,7%. Водночас збільшився вплив факторів «строк внесення» (20,3%) та «регулятори росту» (12,0%).

4.2. Висота рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

Важливим параметром лінійного росту є висота рослин. Упродовж усього вегетаційного періоду провели 5 вимірів висоти рослин сої досліджуваних варіантів.

Для більш детального вивчення впливу досліджуваних варіантів проведено його аналіз за різними регуляторами росту та способами їх внесення окремо, а потім виявлено кращі варіанти по досліді загалом.

Отже, за однократного внесення регуляторів росту в ВВСН 61 було виявлено, що обробка рослин сприяла підвищенню рослин починаючи з замірів на 7-й день порівняно з контролем на 1,44–5,20 см (табл. 4.2). Найвищі рослини були сформовані за обробки рослин Стимуляте (39,42 см) та Альбіт ТПС (39,28 см). Найменшу висоту мали рослини на контрольному варіанті (34,22 см). Під час спостереження на 14-й день найвищі рослини (59,57 см) на варіанті за застосування Атонік Плюс. За наступного обліку (на 21-й день) максимальний ріст (62,74 см) мали рослини, де було внесено Вермистим Д. Перед збиранням ситуація дещо змінилася, і найвищими (понад 71,0 см) були рослини, де було застосовано Атонік Плюс, Біофордж та Стимуляте.

За однократного внесення РРР у ВВСН 69 було виявлено, що обробка рослин сприяла підвищенню рослин починаючи з замірів на 7-й день порівняно з контролем на 1,7–10,85 см (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Динаміка висоти рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Час проведення обліку				
		на час внесення	на 7-й день після внесення	на 14-й день після внесення	на 21-й день після внесення	Перед збиранням
ВВСН 61	Контроль	25,99	34,22	47,53	49,70	64,27
	Альбіт ТПС	26,99	39,28	47,25	53,60	67,23
	Ікс-сайт	26,87	35,66	49,75	57,07	66,95
	Атонік Плюс	26,97	36,73	59,57	61,57	72,05
	Мегафол	26,77	37,14	57,56	59,37	66,32
	Біофордж	26,56	36,80	53,21	60,53	71,36
	Вермистим Д	26,52	37,71	56,11	62,74	70,27
	Стимуляте	26,84	39,42	51,01	57,09	71,13
ВВСН 69	Контроль	56,65	62,14	75,59	85,23	64,10
	Альбіт ТПС	56,50	63,85	76,61	87,50	68,28
	Ікс-сайт	56,91	68,43	84,54	97,63	69,75
	Атонік Плюс	56,87	66,46	82,75	88,33	74,12
	Мегафол	56,88	71,23	86,06	100,40	76,13
	Біофордж	56,77	68,94	80,37	90,67	71,54
	Вермистим Д	56,86	67,20	80,75	98,63	72,96
	Стимуляте	56,68	72,99	83,59	99,30	72,23
ВВСН 61 +69	Контроль	26,54	62,54	76,81	87,18	63,72
	Альбіт ТПС	27,02	65,76	79,30	89,45	70,01
	Ікс-сайт	27,06	70,42	83,11	99,58	75,69
	Атонік Плюс	27,32	69,13	79,23	101,77	76,47
	Мегафол	27,32	73,30	88,36	102,35	78,04
	Біофордж	27,34	70,07	79,92	92,62	75,19
	Вермистим Д	27,14	69,93	82,27	100,58	74,47
	Стимуляте	26,92	73,33	87,69	101,25	77,61
<i>НІР₀₅ АВ</i>		0,97	3,45	2,94	4,38	2,64

Найвищі рослини (понад 71,23 см) були сформовані за обробки рослин (Мегафол та Стимуляте). Найменшу висоту мали рослини на контрольному

варіанті (62,14 см). За спостереження на 14-й день виявили, що найвищі рослини (86,06 см) були на варіанті, де використовували Мегафол. У середньому відмічено підвищення рослин порівняно з контролем на 1,02–10,47 см. Подібна тенденція збереглась і на наступних термінах обліку.

Отже, на 21-й день максимальний ріст (100,40 см) мали рослини, де було внесено Мегафол. Перед збиранням вищі значення висоти рослин (76,13 см) було виявлено також за обробки Мегафол. Слід зазначити, що друге місце за абсолютною величиною висоти рослин (74,12 см) займав варіант, де використовували Атонік Плюс.

Іншим варіантом досліджень було комбіноване застосування препаратів у двох мікростадіях розвитку рослин сої (ВВСН 61 та ВВСН 69). Починаючи з замірів на 7-й день виявлено підвищення рослин за внесення регуляторів росту з антистресовою дією порівняно з контролем на 3,2–10,79 см. Найвищі рослини (73,30–74,25 см) були сформовані за обробки рослин (Ікс-сайт, Стимуляте та Мегафол). Найменшу висоту мали рослини на контрольному варіанті (62,54 см). Під час спостереження на 14-й день найвищі рослини (88,36 см) на варіанті, де використовували Мегафол. На 21-й день найвищими були рослини (понад 100,0 см), де було внесено Атонік Плюс, Стимуляте, Вермистим Д та Мегафол. На час збирання, незважаючи на зменшення абсолютних величин висоти внаслідок природного всихання рослин, трійка лідерів збереглась. Отже, у середньому найвищі рослини мали варіанти з використанням Мегафолу (78,04 см), Стимуляте (77,61 см) та Атоніку Плюс (76,47 см).

Для більш наочного представлення отриманих даних побудовано діаграму, де графічно наведені параметри приросту рослин після обробки регуляторами росту на 14-ту добу. На рис. 4.2 наведені показники приросту висоти рослин сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту.

Визначено, що за внесення регуляторів росту з антистресовою дією в ВВСН 61 найкращі результати отримали на варіантах: Атонік Плюс –

32,6 см, що на 11,06 см більше, ніж на контрольному варіанті. Також високі темпи приросту за 14 днів були отримані за застосування Мегафолу та Вермістиму Д (30,8 см та 29,6 см відповідно).

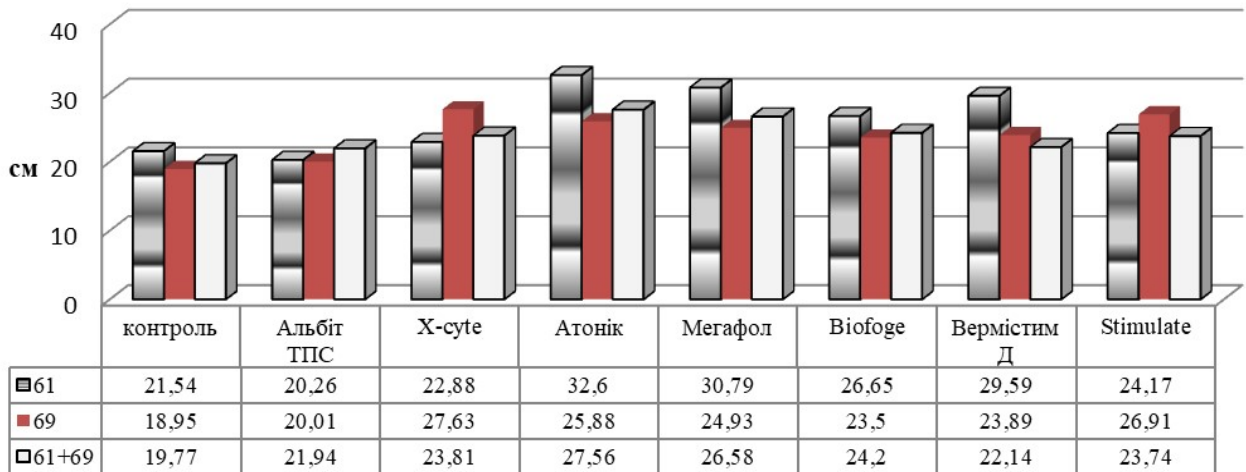


Рис. 4.2. Показники приросту висоти рослин сої на 14-ту добу залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

За внесення регуляторів росту в 69-ту мікростадію тенденція лінійного приросту збереглась, але вже не з такою інтенсивністю, і становила у середньому 23,96 см. Найвищі результати абсолютного приросту спостерігались на варіанті Ікс-сайт – 27,63 см, Стимуляте – 26,91 см та Атонік Плюс – 25,88 см. За подвійної обробки рослин сої на 61-шу та 69-ту мікростадії визначено, що найбільші показники приросту виявлені у варіантів Атонік Плюс – 27,56 см, Мегафол – 26,58 см та Біофордж – 24,2 см.

4.3. Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на площу листкової поверхні та вміст хлорофілу в рослинах сої

На накопичення органічної речовини в процесі фотосинтезу впливає як площа асиміляційної поверхні, так і вміст хлорофілу [11]. Формування оптимальної площі листкової поверхні обумовлює реалізацію біологічного потенціалу як будь якої с.-г культури, так і сої зокрема [12, 13]. За

результатами наших досліджень виявлено, що на час обліку в фазу повного цвітіння за фактором А (строк внесення) найбільшу площу листкової поверхні (36,95 тис. м²/га) було отримано за подвійного внесення препаратів у ВВСН 61 + ВВСН 69 (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Площа листкової поверхні рослин за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Час проведення обліку	
		кінець цвітіння ВВСН 69	налив зерна ВВСН 77
ВВСН 61	Контроль	30,22	35,09
	Альбіт ТПС	33,19	37,22
	Ікс-сайт	36,51	42,54
	Атонік Плюс	36,11	44,20
	Мегафол	37,01	42,57
	Біофордж	37,45	40,26
	Вермистим Д	35,63	42,65
	Стимуляте	38,14	42,38
ВВСН 69	Контроль	30,02	35,02
	Альбіт ТПС	29,76	36,87
	Ікс-сайт	29,39	40,43
	Атонік Плюс	30,14	37,45
	Мегафол	29,77	42,04
	Біофордж	29,09	36,54
	Вермистим Д	29,58	41,04
	Стимуляте	28,92	40,52
ВВСН 61+69	Контроль	30,21	35,12
	Альбіт ТПС	34,47	38,65
	Ікс-сайт	37,18	43,30
	Атонік Плюс	36,34	44,46
	Мегафол	38,03	43,68
	Біофордж	37,69	40,51
	Вермистим Д	36,07	43,19
	Стимуляте	38,87	43,19
НІР ₀₅	Фактор А	0,68	1,14
	Фактор В	1,1	1,86
	Фактори АВ	1,91	3,22

Менші показники (35,53 95 тис. м²/га) було отримано за одноразового застосування препаратів у ВВСН 61. У середньому істотно меншу площу листкової поверхні (29,58 тис. м²/га) було сформовано на посівах (варіантах) за внесення регуляторів росту в більш пізню фазу кінець цвітіння.

У середньому за фактором В (варіанти обробки регуляторами росту) найбільшу площу листкової поверхні (34,20–34,94 тис. м²/га) на ВВСН 69 було сформовано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Мегафол та Біофордж. За обліків на час наливу зерна максимальні показники площі листкової поверхні (42,03–42,76 тис. м²/га) було отримано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Вермистим Д та Стимуляте.

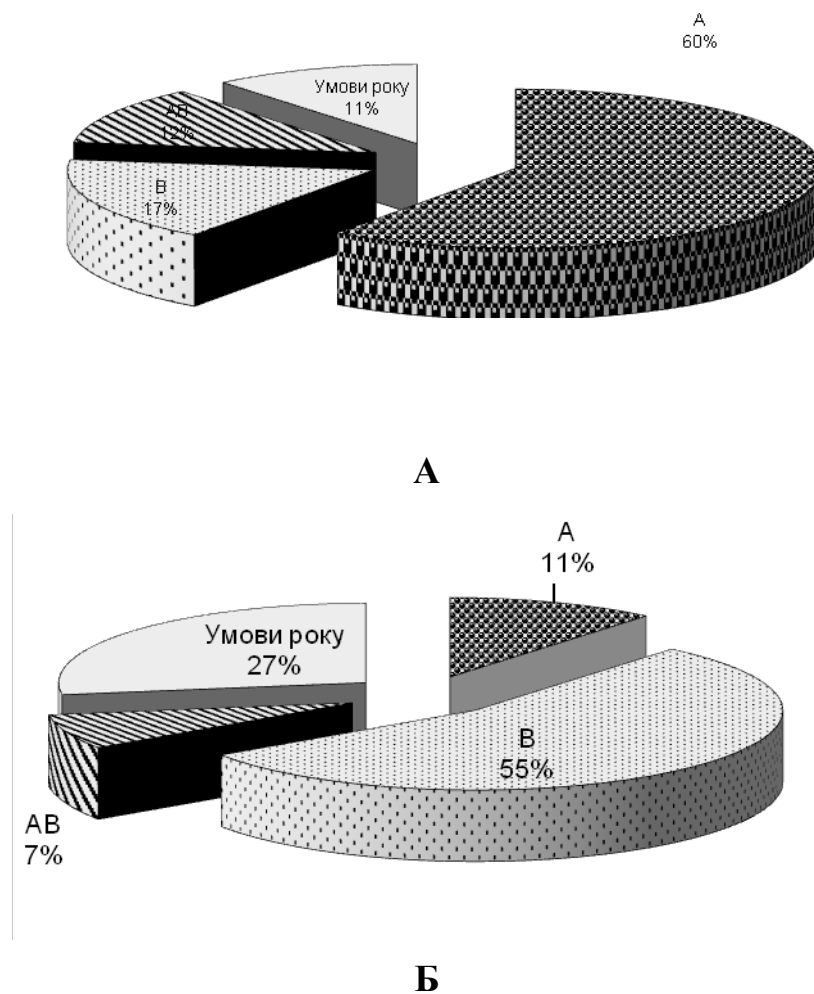


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на формування площі листкової поверхні рослин за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (А – кінець цвітіння, Б – налив зерна)

На рис. 4.3 наведено частки впливу основних факторів на формування площі листкової поверхні рослин (на фази повного цвітіння та наливу зерна).

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що на момент першого обліку (фаза повного цвітіння) найбільший вплив 60,0% мав фактор А «строк внесення». Дещо менший вплив було розраховано для фактора В «варіанти обробки регуляторами росту рослин» (17,0%). Частка впливу фактора «умови року» становила 11,0%, взаємодія факторів А та В становила 12,0%.

За обліків на фазу наливу (рис. 4.3 В) виявлено дещо інший вплив. Зокрема, найбільшу частку впливу мав фактор В «варіанти обробки рослин регуляторами росту» (55,0%). Умови року впливали на 27,5%, «строк внесення» мав частку впливу 11,0%. Взаємодія факторів АВ – впливали лише на 7,0%.

Вміст хлорофілу є одним із перспективних параметрів, пов'язаних з поліпшенням фотосинтетичної активності рослин [20]. Доведено зв'язок між вмістом хлорофілу й продуктивністю рослин, що обумовлено природою процесу фотосинтезу, в основу якого покладено поглинання сонячної радіації та для створення органіки. Також у сучасній літературі є дані, що вміст хлорофілу позитивно корелює з масою 1000 насінин пшениці [24] та інших культур, а також вмістом протеїну в зерні [23].

Визначення вмісту хлорофілу досить трудомісткий процес. Для прискорення проведення аналізу нами був розроблений експрес-метод визначення вмісту хлорофілу в польових умовах за допомогою SPAD-502 plus та в лабораторних умовах спектрофотометром ULAB з подальшою побудовою калібрувального графіка. Використовуючи цей метод, було виявлено вплив позакореневого підживлення на біохімічний склад листків сої. Так, встановлено збільшення SPAD одиниць, що корелює з підвищеним вмістом хлорофілу за застосування регуляторів росту порівняно з контрольним варіантом. Вимірювання проводились на 14-й день після

внесення регуляторів росту рослин з антистресовою дією. Визначено, що при внесенні РРР у 61-шу мікростадію розвитку рослин сої за ВВСН вміст хлорофілу становив у середньому 42,95 Spad-одиниць. Найвищі показники отримано на варіантах за обробки рослин Атонік Плюс (43,9) та Біофордж (44,9), що вище за контроль на 2,3 та 3,3 Spad-одиниць відповідно. Мінімальний ефект мало внесення Ікс-сайт (0,4).

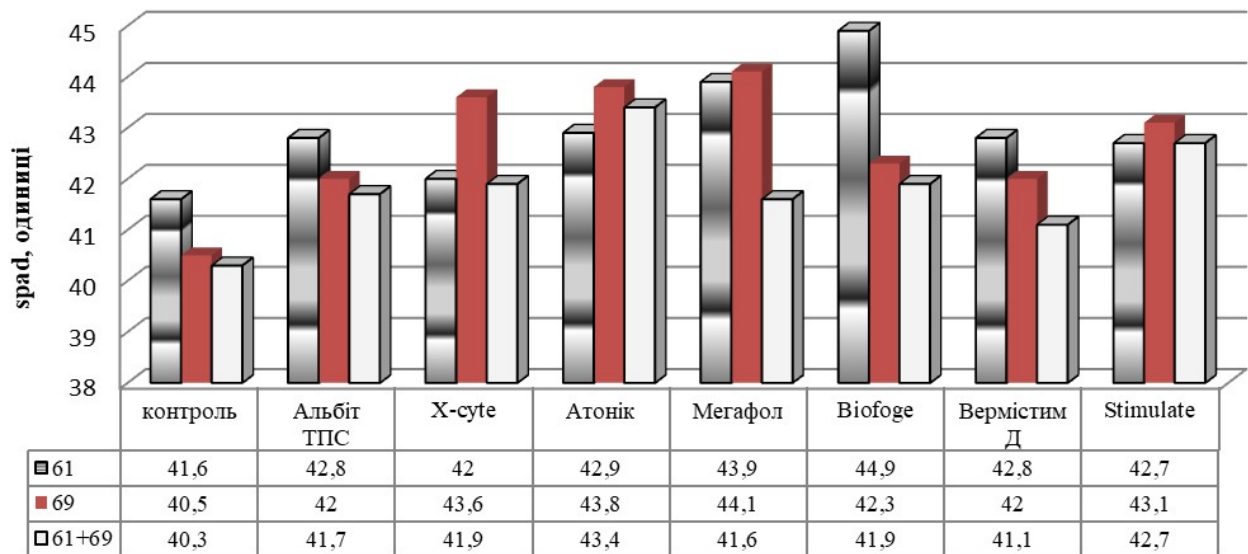


Рис. 4.4. Показники вимірювання вмісту хлорофілу листках сої (у Spad одиницях) залежно від фази внесення та виду регуляторів росту рослин з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

За внесення РРР у 69-ту мікростадію найбільший показник SPAD-502 виявлено на варіантах Мегафол (44,1) та Атонік Плюс (43,8). Мінімальні значення (42,0) отримано за аналізу листків сої, оброблених Альбіт ТПС та Вермістим Д [6]. Подвійне застосування регуляторів росту у 61-шу та 69-ту мікростадіях обумовило дещо меншу дію на рівень вмісту хлорофілу. Визначено, що найвищий його рівень на варіанті з використанням Атонік Плюс (43,4), а найнижчий – Вермістим Д (41,1).

4.4. Симбіотична активність рослин сої за обробки регуляторами росту з антистресовою дією

Важливою особливістю рослин є здатність до симбіотичної фіксації азоту. Серед польових культур найвищу потенційну можливість до азотфіксації мають бобові рослини. Світові та вітчизняні дослідження довели, що бобові культури у симбіозі із бульбочковими бактеріями здатні фіксувати велику кількість азоту: конюшина – 180–670 кг/га, люцерна – 200–460, боби – 100–550, соя – 90–240, горох – 70–160, люпин – 150–450, пасовища з бобовими – 100–260 кг/га [18, 21]. Соя за урожайності зерна понад 3,0 т/га засвоюють не більше як 6,0 т/га азоту. Одночасно за такого врожаю зерна на його формування рослини використовують удвічі більше азоту з ґрунту, тобто такі культури не створюють позитивного балансу цього елемента в ґрунті.

Для виявлення впливу фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією на симбіотичну активність визначили кількість та масу бульбочок на досліджуваних рослинах сої (табл. 4.4).

Установлено, що за внесення РРР у 61-шу мікростадію, максимальні значення отримали за застосування Атонік Плюс (499 шт. бульбочок загальною масою 31,04 г), що на 193 шт. та 15,14 г більше, ніж на контролі. Високу ефективність також виявлено за обробки Мегафол (444 шт. бульбочок масою 24,05 г), що майже на 30% більше порівняно з контролем. Зниження симбіотичної активності рослин сої було визначено за внесення Ікс-сайт (273,5 шт. бульбочок масою 11,18 г), що на 11% менше, ніж на контролі. Розрахована маса однієї бульбочки в середньому за фактором А становила 0,053 г та варіювала від 0,041 до 0,062 г.

Таблиця 4.4

Симбіотична активність рослин сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 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	306,5	15,90	0,052
	Альбіт ТПС	329,9	17,32	0,053
	Ікс-сайт	273,5	11,18	0,041
	Атонік Плюс	499,0	31,04	0,062
	Мегафол	444,0	24,05	0,054
	Біофордж	302,0	17,34	0,057
	Вермистим Д	334,0	17,91	0,054
	Стимуляте	378,0	17,50	0,048
	Середнє	358,4	19,03	0,053
ВВСН 69	Контроль	282,5	21,36	0,076
	Альбіт ТПС	242,5	16,30	0,067
	Ікс-сайт	251,5	15,20	0,060
	Атонік Плюс	394,0	29,60	0,075
	Мегафол	243,5	18,67	0,077
	Біофордж	284,0	18,33	0,065
	Вермистим Д	332,5	17,81	0,054
	Стимуляте	346,0	20,52	0,059
	Середнє	297,1	19,72	0,066
ВВСН 61 +69	Контроль	307,5	16,50	0,054
	Альбіт ТПС	357,0	18,81	0,053
	Ікс-сайт	300,5	16,18	0,054
	Атонік Плюс	423,0	32,50	0,077
	Мегафол	397,5	29,80	0,075
	Біофордж	357,0	18,87	0,053
	Вермистим Д	298,5	18,22	0,060
	Стимуляте	369,8	18,40	0,050
	Середнє	348,7	21,55	0,060
НІР_{0,05}		22,54	2,05	0,006

За внесення регуляторів росту рослин у ВВСН₆₉ у середньому було сформовано меншу кількість бульбочок порівняно з обробкою в фазу 61 (297,06 шт.) та незначне підвищення їх загальної маси до 19,72 г (НІР_{0,05}=2,05 г). У розрізі регуляторів росту виявлено зростання симбіотичної активності рослин сої за застосування Атонік Плюс (394 шт. бульбочок масою 29,6 г), Стимуляте (346 шт. бульбочок масою 20,5 г) та Вермистим Д

(332,5 шт. бульбочок масою 17,8 г). Наявний інгібуючий ефект на симбіотичну активність від внесення Альбіт ТПС (242,5 шт. бульбочок масою 16,3 г), що нижче на 14% порівняно з контролем. Слід відмітити підвищення ваги однієї бульбочки за застосування регуляторів на більш пізню 69-ту мікростадію. Розрахована маса однієї бульбочки в середньому за фактором А становила 0,066 г та варіювала від 0,054 до 0,077 г.

Подвійне позакореневе підживлення регуляторами росту рослин у 61-шу та 69-ту мікростадії обумовило формування однакової кількості бульбочок, як за одноразового внесення в 61-шу фазу. Середній показник за фактором А (348,7 шт.) був вищий, ніж за застосування регуляторів росту в фазу 69 (297,1 шт.). Водночас слід відзначити зростання показника загальної маси бульбочок. У середньому за внесення у ВВСН₆₁₊₆₉ цей показник був на рівні 21,55 г, що істотно вище, ніж за одноразового внесення у ВВСН₆₁ (19,03 г) та ВВСН₆₉ (19,72 г). Вищенаведені показники обумовили формування бульбочок вагою від 0,050 до 0,077 г. За фактором В виявлено найбільший прояв симбіотичної активності за внесення Мегафол та Атонік (397,5–423,0 шт. бульбочок масою 29,8–32,5 г відповідно), що порівняно з контролем більше на 22,7–27,4%. Середня маса бульбочок була також максимальною і становила 0,075–0,077 г. Позитивний ефект також отримано за внесення Біофордж та Стимуляте (557,0–397,5 г бульбочок масою 18,4–18,87 г).

4.5. Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність рослин сої

Головними показниками індивідуальної продуктивності є кількість бобів, кількість та маса зерна. Вищенаведені показники безпосередньо визначають реалізацію біологічного потенціалу культури та впливають на формування врожайності (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Кількість бобів та маса зерен з однієї рослини сої залежно від фази
внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією
(середнє за 2017–2019 рр.)**

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (В)	Кількість бобів, шт.	Маса зерна з рослини, г
ВВСН 61	Контроль	13,70	4,29
	Альбіт ТПС	13,95	4,51
	Ікс-сайт	14,81	4,91
	Атонік Плюс	15,03	5,25
	Мегафол	15,50	5,17
	Біофордж	14,97	4,68
	Вермистим Д	14,92	5,00
	Стимуляте	15,40	4,95
	<i>Середнє</i>	<i>14,78</i>	<i>4,85</i>
ВВСН 69	Контроль	12,16	4,26
	Альбіт ТПС	12,36	4,48
	Ікс-сайт	13,33	4,82
	Атонік Плюс	13,37	4,56
	Мегафол	13,55	5,10
	Біофордж	13,50	4,42
	Вермистим Д	13,06	4,89
	Стимуляте	13,78	4,89
	<i>Середнє</i>	<i>13,14</i>	<i>4,74</i>
ВВСН 61 +69	Контроль	14,26	4,31
	Альбіт ТПС	14,52	4,66
	Ікс-сайт	15,67	5,03
	Атонік Плюс	15,74	5,29
	Мегафол	16,38	5,18
	Біофордж	15,84	4,83
	Вермистим Д	15,77	4,72
	Стимуляте	16,28	4,99
	<i>Середнє</i>	<i>15,74</i>	<i>4,87</i>
НІР _{0,05}	<i>A</i>	<i>0,19</i>	<i>0,09</i>
	<i>B</i>	<i>0,32</i>	<i>0,15</i>
	<i>AB</i>	<i>0,55</i>	<i>0,26</i>

У середньому за варіантами досліджень максимальну кількість плодів (15,74 шт.) за фактором А (строк внесення) було виявлено за дворазового застосування регуляторів росту в 61-шу та 69-ту мікростадії за ВВСН. На варіантах за внесення РРР у ВВСН₆₁ у середньому сформувалось 14,78 шт., а в ВВСН₆₉ – 13,14 шт. бобів. За фактором В найбільшу ефективність було виявлено за внесення Мегафол та Стимуляте. У середньому на

вищенаведених варіантах було сформовано 15,14–15,15 шт. плодів (табл. 4.5). Слід зазначити істотний вплив регуляторів росту з антистресовою дією, які забезпечили формування понад 14,6 шт. бобів ($HP_{0,5}=0,32$ шт.), крім Альбіт ТПС, де було сформовано лише 13,61 шт. плодів.

За показником маса зерна з однієї рослини щодо впливу строків внесення максимальні параметри були виявлено за внесення у $ВВСН_{61}$ та двократного внесення $ВВСН_{61}+ ВВСН_{69}$. Інший важливий показник продуктивності рослин – це кількість зерна з однієї рослини. За результатами досліджень встановлено, що більший вплив на цей показник (28,33 шт.) було отримано за застосування регуляторів росту в ранню фазу $ВВСН_{61}$ (табл. 4.6).

Обробка рослин у наступну фазу $ВВСН_{69}$ забезпечила в середньому формування 26,47 шт. зерен із рослин. На варіантах за двократного застосування препаратів у середньому було отримано 26,67 шт. зерен із рослин. За фактором В виявлено суттєву різницю на варіантах за застосування регуляторів росту (понад 26,88 шт.) порівняно з контролем (24,6 шт.).

Маса 1000 штук зерен – важливий показник як структури врожаю, так і його якості. Він характеризує крупність зерна і переважно є сортовою ознакою. Водночас елементи технології, зокрема живлення рослин, мають вплив на цей параметр. Абсолютно логічно, що добре розвинена рослина, яка характеризується високою фотосинтетичною та симбіотичною активністю, здатна сформувати гарно виповнене зерно з високими показниками маси 1000 шт. насінин.

За результатами наших розрахунків виявлено, що найбільш ефективний вплив на формування маси 1000 шт. зерен (183,20 г) було отримано за двократної обробки рослин у $ВВСН_{61}$ та $ВВСН_{69}$. Середнє значення (177,01 г) було розраховано за обробки в 69-ту мікростадію за $ВВСН$.

Таблиця 4.6

Кількість та маса 1000 шт. насінин залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Кількість зерен, шт.	Маса 1000 шт. насінин, г
ВВСН 61	Контроль	25,39	168,93
	Альбіт ТПС	26,48	170,96
	Ікс-сайт	29,12	168,97
	Атонік Плюс	29,53	178,10
	Мегафол	29,85	173,51
	Біофордж	28,04	166,90
	Вермистим Д	28,93	173,39
	Стимуляте	29,26	169,93
	<i>Середнє</i>	<i>28,33</i>	<i>171,34</i>
ВВСН 69	Контроль	24,62	173,39
	Альбіт ТПС	25,10	179,08
	Ікс-сайт	27,65	174,34
	Атонік Плюс	25,56	179,17
	Мегафол	28,80	177,61
	Біофордж	25,88	171,08
	Вермистим Д	27,19	180,04
	Стимуляте	26,94	181,39
	<i>Середнє</i>	<i>26,47</i>	<i>177,01</i>
ВВСН 61 +69	Контроль	23,79	181,22
	Альбіт ТПС	25,17	184,95
	Ікс-сайт	27,93	180,05
	Атонік Плюс	28,81	183,52
	Мегафол	28,11	184,70
	Біофордж	26,73	181,19
	Вермистим Д	25,74	183,74
	Стимуляте	27,12	184,28
	<i>Середнє</i>	<i>26,67</i>	<i>183,20</i>
НІР _{0,05}	<i>A</i>	0,51	2,05
	<i>B</i>	0,83	3,35
	<i>AB</i>	1,44	5,81

Раннє внесення препаратів мало менший вплив на крупність зерна (171,34 г), але слід нагадати, що цей термін внесення регуляторів росту сприяв формуванню більшої кількості зерна. За фактором В виявлено ефективність застосування Альбіт ТПС, Атонік Плюс, Мегафол, Вермистім

та Стимуляте. На цих варіантах було сформоване найбільш крупне зерно з масою 1000 шт. (178,33–180,26 г). Без застосування препаратів (контроль) було отримано зерно з масою 1000 шт. – 174,51 г.

4.6. Урожай та якість зерна сої залежно від обробки регуляторами росту з антистресовою дією

Головний показник ефективності досліджуваних параметрів технології вирощування с.-г. культур – це врожайність. За результатами досліджень виявлено, що за фактором «строки» та «кратність внесення» препаратів вищу ефективність отримали за двократного внесення ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Так, у середньому за цим фактором було отримано максимальну врожайність (3,07 т/га). Водночас на ділянках за однократного внесення препаратів у ВВСН₆₁ – 2,97 т/га, а ВВСН₆₉ – 2,86 т/га (табл. 4.7.).

У розрізі строків за однократного внесення у ВВСН₆₁ виявлено, що найвищі рівні врожайності (понад 3,0 т/га) отримали за застосування Атонік Плюс, Мегафол, Вермистим Д та Стимуляте. Дещо меншу врожайність (2,85–2,99 т/га) мали варіанти за внесення Ікс-сайт та Біофордс. Мінімальна прибавка врожаю від контролю (0,16 т/га) була отримана за застосування Альбіт ТПС.

За однократного внесення регуляторів росту з антистресовою дією у ВВСН₆₉ найбільші прибавки врожайності зерна сої (0,52 т/га) було отримано за обробки рослин Мегафолом (3,11 т/га). Дещо менші рівні врожайності (2,7–3,0 т/га), але суттєво вищі, ніж на контрольному варіанті, було сформовано за застосування решти регуляторів росту з антистресовою дією. Контрольний варіант забезпечив формування 2,59 т/га зерна сої.

Таблиця 4.7

**Урожайність зерна залежно від фази внесення та виду регуляторів
росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)**

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Урожайність зерна , шт.			Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
		2017	2018	2019		
ВВСН 61	Контроль	2,40	2,71	2,68	2,97	2,60
	Альбіт ТПС	2,65	2,81	2,81		2,78
	Ікс-сайт	2,78	3,15	3,06		3,04
	Атонік Плюс	3,00	3,28	3,39		3,12
	Мегафол	3,09	3,15	3,22		3,17
	Біофордж	2,58	3,08	2,91		2,85
	Вермистим Д	3,00	3,13	3,21		3,08
	Стимуляте	2,98	3,09	3,06		3,08
ВВСН 69	Контроль	2,39	2,71	2,68	2,86	
	Альбіт ТПС	2,64	2,81	2,75		
	Ікс-сайт	2,64	3,23	3,02		
	Атонік Плюс	2,76	2,90	2,75		
	Мегафол	3,00	3,22	3,13		
	Біофордж	2,47	2,91	2,74		
	Вермистим Д	2,94	3,00	3,02		
	Стимуляте	2,86	3,15	3,00		
ВВСН 61 +69	Контроль	2,41	2,72	2,68	3,07	
	Альбіт ТПС	2,75	2,92	2,92		
	Ікс-сайт	3,03	3,38	3,12		
	Атонік Плюс	3,32	3,13	3,52		
	Мегафол	3,09	3,34	3,28		
	Біофордж	2,96	3,14	2,91		
	Вермистим Д	3,06	3,1	3,27		
	Стимуляте	3,32	3,15	3,12		
НІР _{0,05}	<i>A</i>					0,06
	<i>B</i>					0,10
	<i>AB</i>					0,18

Виявлено, що двократна обробка у ВВСН₆₁₊₆₉ обумовила формування найбільшого врожаю. Максимальну врожайність отримали на варіанті, де застосовували Атонік Плюс (3,32 т/га). Дещо меншу врожайність (від 3,0 до 3,24 т/га) мали варіанти за внесення Стимулейте та Мегафол. Мінімальна

прибавка врожаю від контролю (0,26 т/га) була отримана за застосування Альбіт ТПС. Найменшу врожайність насіння було сформовано на контролі (2,86 т/га).

За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що найбільший вплив 54,6% мав фактор А «варіанти обробки регуляторами росту рослин». Дещо менший вплив було розраховано для фактора В «умови року» (33,8%). Частка впливу фактора «строк внесення» становила 4,6%, взаємодія факторів А та В становила 7,0%.

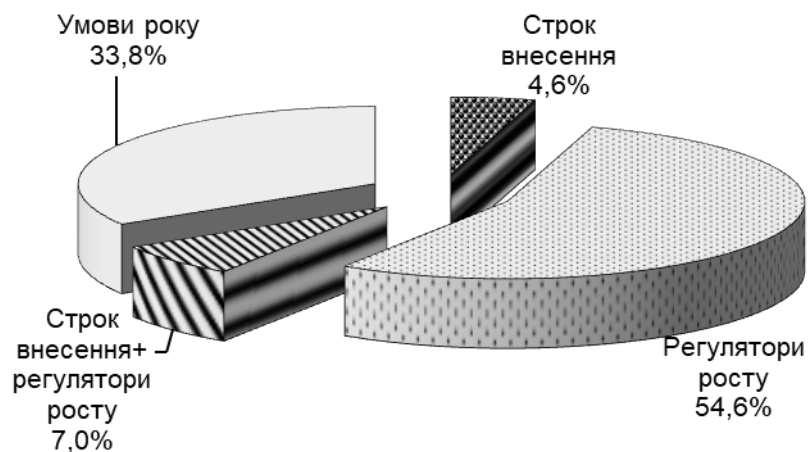


Рис. 4.5. Частка впливу факторів на формування врожайності за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

Збалансованість зерна сої за вмістом білка та олії робить його важливою та універсальною культурою світового землеробства. За біохімічним аналізом, проведеним на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2750 щодо визначення вмісту білка, виявлено, що максимальну білковість (36,44%) мало зерно, яке сформувалося на варіантах за двократного внесення регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Дещо менший вміст білка (36,26%) було отримано за внесення у ВВСН₆₉. Мінімальний вміст білка (35,97%) було розраховано в середньому на варіантах за обробки рослин у ВВСН₆₁.

Таблиця 4.8

Вміст білка та олії в зерні сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2017–2019 рр.)

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Вміст білка, %	Вміст олії, %
ВВСН 61	Контроль	36,14	20,13
	Альбіт ТПС	36,10	19,80
	Ікс-сайт	37,05	19,90
	Атонік Плюс	37,36	19,36
	Мегафол	35,00	20,31
	Біофорддж	35,30	20,57
	Вермистим Д	35,63	20,65
	Стимуляте	35,16	20,50
	<i>Середнє</i>	35,97	20,15
ВВСН 69	Контроль	36,01	20,18
	Альбіт ТПС	35,92	20,33
	Ікс-сайт	37,84	20,83
	Атонік Плюс	36,42	21,47
	Мегафол	37,71	20,18
	Біофорддж	35,52	20,92
	Вермистим Д	35,33	20,44
	Стимуляте	35,36	20,68
	<i>Середнє</i>	36,26	20,63
ВВСН 61 +69	Контроль	36,30	20,17
	Альбіт ТПС	36,24	20,44
	Ікс-сайт	35,24	20,84
	Атонік Плюс	37,60	21,41
	Мегафол	37,64	21,33
	Біофорддж	36,04	20,34
	Вермистим Д	36,25	20,85
	Стимуляте	36,25	20,89
	<i>Середнє</i>	36,44	20,78
НІР _{0,05}	<i>A</i>	0,29	0,04
	<i>B</i>	0,48	0,06
	<i>AB</i>	0,83	0,1

За фактором В слід відзначити підвищення вмісту білка (37,13%) лише на варіанті за застосування Атонік Плюс. Зерно, зібране з решти варіантів за застосування РРР, суттєво не відрізнялось від контролю (35,59–36,78%).

Достатньо висока олійність зерна сої приєднує її до групи олійних культур світу. Саме цьому більшість статистичних баз та сайтів відносять зерно сої до олієнасіння. За фактором А виявлений незначний вплив на вміст олії (20,63–20,78%) внесення регуляторів росту в ВВСН₆₉ та двократного внесення у ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉.

Однократна обробка у ВВСН₆₁ забезпечила формування насіння з олійністю (20,15%). Проведені біохімічні дослідження не виявили суттєвого варіювання вмісту олії за застосування регуляторів росту.

Висновки до розділу 4

1. За результатами фенологічних спостережень виявлено незначне запізнення розвитку рослин порівняно з контролем на варіантах за обробки Атонік Плюс та Вермистим Д (2–4 доби) на фазу повної стиглості.

2. Визначено, що на варіантах, де застосовували обробку регуляторами росту, збереглося на 6,7–16,9 тис. шт./га рослин більше. Максимальна густина рослин (563,7 тис. шт./га) збереглася перед збиранням на варіанті за застосування Атонік Плюс та Стимуляте. Мінімальні показники були на контрольних варіантах (546,8 тис. шт./га).

3. Показники висоти рослин були найвищими за внесення регуляторів росту з антистресовою дією у ВВСН₆₁, зокрема найкращі результати отримали на варіантах: Атонік Плюс – 32,6 см, що на 11,06 см більше, ніж на контрольному варіанті. Також високі темпи приросту за 14 днів були отримані за застосування Мегафолу та Вермистиму Д (30,8 см та 29,6 см відповідно). За внесення регуляторів росту в 69-ту мікростадію найвищі результати абсолютного приросту спостерігались на варіанті Ікс-сайт – 27,63 см, Стимуляте – 26,91 см та Атонік Плюс – 25,88 см. За подвійної обробки рослин сої на 61-шу та 69-ту мікростадії визначено, що

найбільші показники приросту виявлені у варіантів Атонік Плюс – 27,56 см, Мегафол – 26,58 см та Біофордж – 24,2 см.

4. У фазу повного цвітіння найбільшу площу листкової поверхні (36,95 тис. м²/га) було отримано за подвійного внесення препаратів (ВВСН₆₁₊₆₉). Серед препаратів найбільшу площу листкової поверхні (34,20–34,94 тис. м²/га) було сформовано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Мегафол та Біофордж. За обліків на час наливу зерна максимальні показники площі листкової поверхні (42,03–42,76 тис. м²/га) було отримано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Вермістим Д та Стимуляте.

5. Визначено, що при внесенні регуляторів росту у ВВСН₆₁ вміст хлорофілу становив 42,95 Spad-одиниць. Найвищі показники отримано на варіантах за обробки рослин Атонік Плюс (43,9) та Біофордж (44,9), що вище порівняно з контролем на 2,3 та 3,3 Spad-одиниць відповідно. Мінімальний ефект мало внесення Ікс-сайт (0,4). За внесення РРР у 69-ту мікростадію найбільший показник виявлено на варіантах Мегафол (44,1) та Атонік Плюс (43,8). Мінімальні значення (42,0) отримано за аналізу листків сої, оброблених Альбіт ТПС та Вермістим Д.

6. Установлено, що за внесення регуляторів росту рослин у ВВСН₆₉ у середньому було сформовано меншу кількість бульбочок порівняно з обробкою в фазу ВВСН₆₁ (297,06 шт.) та незначне підвищення їх загальної маси до 19,72 г. Виявлено зростання симбіотичної активності рослин сої за застосування Атонік Плюс (394 шт. бульбочок масою 29,6 гр.), Стимуляте (346 шт. бульбочок масою 20,5 г) та Вермістим Д (332,5 шт. бульбочок масою 17,8 г).

7. Наявний інгібітуючий ефект на симбіотичну активність від внесення Альбіт ТПС (242,5 шт. бульбочок масою 16,3 г), що нижче на 14% порівняно з контролем. Слід відмітити підвищення ваги однієї бульбочки за застосування регуляторів на більш пізню 69-ту мікростадію. Розрахована

маса однієї бульбочки в середньому за фактором А становила 0,066 г та варіювала від 0,054 до 0,077 г.

8. Максимальну кількість плодів (15,74 шт.) було виявлено за двократного застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Найбільшу ефективність було виявлено за внесення Мегафол та Стимуляте (15,14–15,15 шт.). У середньому маса зерна з однієї рослини була максимальною за внесення препаратів у ВВСН₆₁ та двократного внесення ВВСН₆₁+ ВВСН₆₉. Найвищу ефективність на кількість зерна з однієї рослини (28,33 шт) виявлено за застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁.

9. Виявлено більш високу ефективність за двократного внесення ВВСН₆₁₊₆₉, де отримано найвищу середню врожайність (3,07 т/га). За однократного внесення препаратів у ВВСН₆₁ – 2,97 т/га, а ВВСН₆₉ – 2,86 т/га. Максимальну врожайність отримали на варіанті, де застосовували Атонік Плюс (3,32 т/га). Дещо меншу врожайність (від 3,0 до 3,24 т/га) мали варіанти за внесення Біофоджу, Вермистиму Д, Ікс-сайту та Стимуляте. Мінімальна прибавка врожаю від контролю (0,26 т/га) була отримана за застосування Альбіт ТПС. Найменшу врожайність насіння було сформовано на контролі (2,6 ц/га).

10. За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що найбільший вплив (54,6%) на формування врожайності мав фактор А «варіанти обробки регуляторами росту рослин». Дещо менший вплив було розраховано для фактора В «умови року» (33,8%). Частка впливу фактора «строк внесення» становила 4,6%, взаємодія факторів А та В становила 7,0%.

11. Максимальний вміст білка (36,44%) мало зерно, сформоване на варіантах за двократного внесення регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Дещо менший вміст білка (36,26%) було отримано за внесення у ВВСН₆₉. Мінімальний вміст білка (35,97%) було розраховано в середньому на варіантах за обробки рослин у ВВСН₆₁. За фактором В слід відзначити підвищення вмісту білка (37,13%) лише на варіанті за застосування Атонік

Плюс. Зерно, зібране з решти варіантів за застосування РРР, суттєво не відрізнялось від контролю (35,59–36,78%).

12. Виявлений незначний вплив на вміст олії (20,63–20,78%) за внесення регуляторів росту в ВВСН₆₉ та двократного внесення у ВВСН₆₁₊₆₉. Однократна обробка у ВВСН₆₁ забезпечила формування насіння з олійністю (20,15%). Проведені біохімічні дослідження не виявили суттєвого варіювання вмісту олії за застосування регуляторів росту.

Список використаної літератури розділу 4

1. Бабич А. О. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України / А. О. Бабич, О. М. Венедіктов. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. № . С. 83–88.
2. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. *Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів*. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
3. Дробітько А. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на продуктивність сої в умовах південно-західного Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2001. Вип. 1. С. 84–88.
4. Грицаєнко З. М. Звіт про науково-дослідну роботу. Дослідження біологічних основ і продуктивності с.-г. культур при застосуванні гербіцидів і регуляторів росту рослин та розробка екологічно безпечних технологій з найменшим пестицидним навантаженням. Умань, 2012. С. 52–59.
5. Мельник А. В., Романько Ю. О. Вплив комплексного застосування азотних добрив та бактеріальних препаратів на врожайність сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського НАУ*. Суми, 2015. Вип. 30. С. 170–172.
6. Мельник А. В., Романько А. Ю., Білокін В. О. Вплив обробки регуляторів росту з антистресовою дією на фотосинтетичну та симбіотичну активність рослин сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. № 9 (36). С. 64–68.
7. 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, 2019. С. 9–17.

8. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. *Таврійський Вісник*, Херсон, 2018. С.77–83.
9. Методические указания по изучению зерновых бобовых культур. Л., 1975. 59 с.
10. Международный классификатор СЭВ рода *Glycine* Willd. Л., 1990. 46 с.
11. Ничипорович А. О. Фізіологія фотосинтезу і продуктивність рослин. *Фізіологія фотосинтезу*. М., 1982. С. 7–38.
12. Каленська С. М. Формування площі листкової 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.
13. Каленська С. М. Мінеральне живлення сої / С. М. Каленська, Н. В. Новицька, А. Є. Стрихар. *Насінництво*. 2009. № 8. С. 23–25.
14. Колісник С. І. Особливості формування фотосинтетичної та насінневої продуктивності ранньостиглих сортів сої в умовах правобережного Лісостепу України / С. І. Колісник, О. М. Венедіктов, Д. О. Фабіянський. *Корми і кормовиробництво*. 2009. № 64. С. 55–61.
15. Петриченко В. Ф. Агробіологічне обґрунтування і розробка технологічних прийомів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України / В. Ф. Петриченко : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д.с.-г.н. К., 1995. 36 с.
16. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту в агропромисловому комплексі України / С. П. Пономаренко : зб. наук. праць Уманської держ. аграр. академія. 2001. Вип. 51. С. 15–19.
17. Посыпанов Г. С. Особенности расчёта доз удобрений под бобовые культуры на планируемый урожай. *Агрoхимия*. 1982. № 9. С. 77–81.

18. Проворов Н. А. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями / Н. А. Проворов, Б. В. Симаров. *Генетика*. 1992. Т. 28, № 6. С. 5–14.
19. 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 «Агронімія»*. 2011. Вип. 162, Ч. 1. С. 82–89.
20. Eckhardt U., Grimm B., Hörtensteiner S. Recent advances in chlorophyll biosynthesis and breakdown in higher plants. *Plant Mol. Biol.* 2004. 56. P. 1–14.
21. Franche C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and nonleguminous plants / C. Franche, K. Linolstrom and C. Elmerich. *Springer Science Business Media B. V.* 2008. № 321(35). 59 p. P. 18.
22. Hoel B. O. Chlorophyll meter readings in winter wheat: Cultivar differences and prediction of grain protein content. *Acta Agricul. Scandinavica, Section B – Soil and Plant Sciences*. 2003. 52. P. 147–157.
23. Larik A. S., Al-Saheal Y. A. Regulatory effect of ethyl-methane sulphonate on chlorophyll metabolism in *Triticum aestivum* L. *Cytologia*. 1987. 57. P. 75–79.
24. 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. 2018. P. 134.

РОЗДІЛ 5

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАЗИ ВНЕСЕННЯ ТА ВИДУ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ З АНТИСТРЕСОВОЮ ДІЄЮ

5.1. Економічна ефективність вирощування сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією

Першочергове значення в умовах розвитку ринкових відносин має оцінка економічної ефективності застосування певних агрозаходів. Саме вона дозволяє на основі вартісних показників визначити найвигідніші технології вирощування у сільськогосподарському виробництві.

Важливим фактором, що максимально впливає на продуктивність с.-г культур та собівартість продукції, є застосування ефективної технології вирощування, за якої витрати на неї забезпечують найвищу віддачу.

Отримавши вартісні показники, за допомогою співвідношення результатів і ресурсів виробництва можна зробити висновки про економічну ефективність, це дозволить здійснити поглиблений аналіз та всебічно оцінити виробництво [2].

Економічна ефективність – це отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі за найменших затрат праці та коштів на вироблену одиницю продукції [1]. Визначити економічну ефективність можна порівнюючи одержані результати (умовно чистий прибуток і рівень рентабельності) з витратами [9].

Оцінюючи економічну ефективність досліджуваних факторів технології вирощування сої, а саме фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією, було визначено та узагальнено всі види витрат, а також виявлений їх вплив на економічну ефективність (додатки К. 1–К. 3).

Результати проведених розрахунків свідчать, що внесення регуляторів росту з антистресовою дією значною мірою впливало на показники економічної ефективності вирощування сої сорту Хуторянка (табл. 5.1).

Залежно від фази внесення та виду регуляторів росту рівень рентабельності становив від 13% до 42%, а умовно чистий прибуток коливався в межах 2 286 – 7 031 грн з одиниці площі, тоді як собівартість тонни продукції становила 5 222,4–6 571,9 грн.

Таблиця 5.1.

Показники економічної ефективності вирощування сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією

Строк внесення за ВВСН (фактор А)	Варіанти обробки рослин регуляторами росту (фактор В)	Урожайність, ц/га	Витрати, грн/га	Собівартість, грн/т	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
ВВСН 61	Контроль	26,0	15 890	6 111,4	3 350	21
	Альбіт ТПС	27,6	16 083	5 827,0	4 341	27
	Ікс-сайт	30,0	17 347	5 782,3	4 853	28
	Атонік Плюс	32,2	16 816	5 222,4	7 012	42
	Мегафол	31,5	16 552	5 254,7	6 758	41
	Біофордж	28,6	17 827	6 233,2	3 337	19
	Вермистим Д	31,1	16 765	5 390,8	6 249	37
	Стимуляте	30,4	17 218	5 663,7	5 278	31
ВВСН 69	Контроль	25,9	15 886	6 133,5	3 280	21
	Альбіт ТПС	27,3	16 071	5 886,7	4 131	26
	Ікс-сайт	29,6	17 331	5 855,1	4 573	26
	Атонік Плюс	28,0	16 651	5 946,7	4 069	24
	Мегафол	31,2	16 540	5 301,4	6 548	40
	Біофордж	27,1	17 768	6 556,4	2 286	13
	Вермистим Д	29,9	16 718	5 591,3	5 408	32
	Стимуляте	30,0	17 202	5 734,0	4 998	29
ВВСН 61+69	Контроль	26,0	15 890	6 111,4	3 350	21
	Альбіт ТПС	28,6	16 252	5 682,5	4 912	30
	Ікс-сайт	31,7	18 714	5 903,4	4 744	25
	Атонік Плюс	33,2	17 537	5 282,1	7 031	40
	Мегафол	32,4	17 034	5 257,4	6 942	41
	Біофордж	30,0	19 716	6 571,9	2 484	13
	Вермистим Д	31,5	17 456	5 541,6	5 854	34
	Стимуляте	32,0	18 436	5 761,1	5 244	28

З табл. 5.1 бачимо, що за строком внесення регуляторів росту максимальний рівень рентабельності (42%) було розраховано на варіанті за внесення Атоніка Плюс у фазу ВВСН 61.

Залежно від фактора В усі регулятори росту з антистресовою дією показали позитивний економічний ефект. Максимальні значення рентабельності за внесення в фазу ВВСН 61 та ВВСН 61+69 продемонстрував такий регулятор росту, як Мегафол.

Мінімальний рівень рентабельності (13–19%) було виявлено для регулятора росту Біофордж для всіх строків внесення. Це зумовлено тим, що витрати зросли, спричинивши збільшення собівартості продукції і, як наслідок, зменшення рівня окупності витрат. Оскільки економічний ефект загалом не визначається рентабельністю, потрібно брати до уваги масу умовно чистого прибутку з одиниці площі.

Отже, за обробки регуляторами росту з антистресовою дією на початку цвітіння (ВВСН 61) максимальний рівень умовно чистого прибутку отримали за внесення препарату Атонік Плюс – 7 012 грн/га. Схожа тенденція збереглася і за комплексного внесення регуляторів росту у фазі початку цвітіння та кінця цвітіння (ВВСН 61+69). Маса умовно чистого прибутку становила 7 031 грн/га за застосування регулятору росту Атонік Плюс.

Внесення регуляторів росту на кінець цвітіння (ВВСН 69) забезпечило найвищий прибуток на варіанті за застосування Мегафолу – 6 548 грн/га.

Мінімальні показники умовно чистого прибутку з одиниці площі за всіх строків внесення ВВСН були виявлені для варіанта за обробки регулятором росту Біофордж та становили 2 286–3 337 грн/га.

Тож можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідним виявилось комплексне застосування регуляторів росту у фазі початку та кінця цвітіння (ВВСН 61+69). Це зумовлено тим, що обробка підвищила врожайність і, як наслідок, зросли маси умовно чистих прибутків. Найвищий

рівень рентабельності було зафіксовано на варіанті за застосування Мегафол, а максимальна маса прибутку була на варіанті за обробки Атонік Плюс.

5.2. Енергетична ефективність вирощування сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією

Оцінку витрат непоновлюваної енергії на виробництво продукції та кількість отриманої енергії з урожаєм забезпечує енергетичний аналіз. Саме він характеризує технологічні прийоми вирощування в розрізі енергетичної ефективності. Здебільшого вона оцінюється якісними показниками (висока, низька) та кількісними (кількість використаної енергії на одиницю площі) [4, 6].

Основним критерієм оцінки цього аспекту є коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}). Його визначають співвідношенням отриманої енергії з урожаєм та суми витраченої антропогенної енергії.

K_{ee} дає повне уявлення про енергетичну ефективність с.-г виробництва чи окремих його ланок. Тож вважаємо, що технологія вирощування сої є енергоощадною, якщо $K_{ee} > 1$ [5].

Одним із основних завдань щодо удосконалення елементів технології вирощування сої є використання ресурсних можливостей та аналіз структури та складових енерговитрат [4].

Комплексний розрахунок енергетичної ефективності вирощування сої сорту Хуторянка залежно від впливу строків внесення та регуляторів росту з антистресовою дією наведено в додатках Л. 1–Л. 3.

Для більш детального аналізу енергоефективності на рис. 5.1 зображені рівні K_{ee} щодо досліджуваних факторів.

Рисунок демонструє, що вирощування сої за застосування регуляторів росту з антистресовою дією в різні строки є енергетично ефективним. .

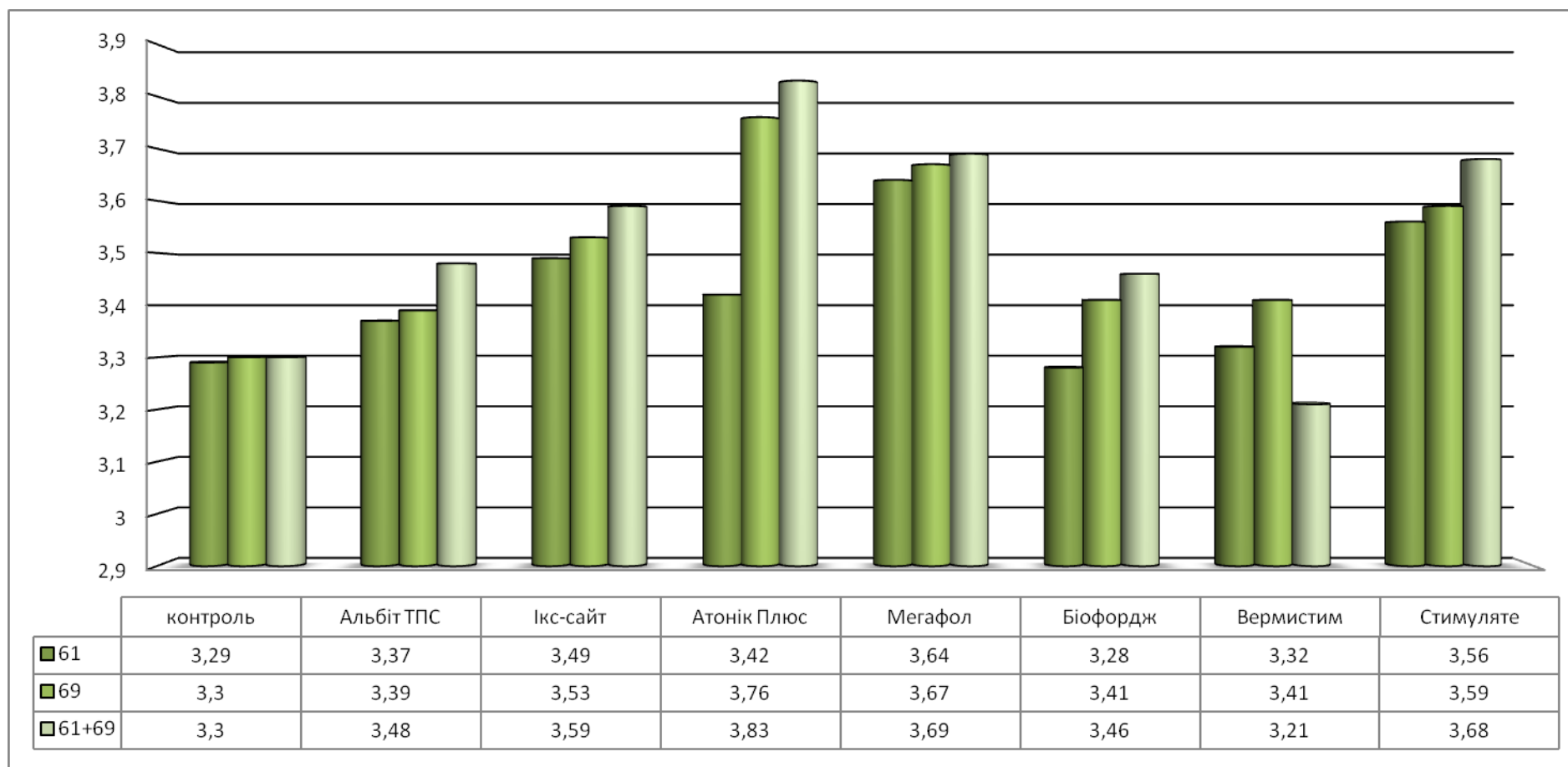


Рис. 5.1. Енергетична оцінка ефективності вирощування сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією

Найбільш енергетично ефективною виявилась комплексна обробка регуляторами росту з антистресовою дією на початок та кінець фази цвітіння (ВВСН 61+65). Максимальний рівень коефіцієнта енергетичної ефективності (3,83) забезпечила комбінована обробка на початку та в кінці цвітіння (ВВСН 61+69) препаратом Атонік Плюс. Вихід енергії з урожаєм становить 58 731 Мдж, що на 22% більше, ніж на контролі. Схожа тенденція збереглася і для обробки регулятором росту з антистресовою дією Атонік Плюс у фазу ВВСН 69 (кінець цвітіння): $K_{ee}=3,76$, а вихід енергії з урожаєм – 55 193 Мдж.

Також варто відмітити, що регулятор росту Мегафол продемонстрував високий рівень коефіцієнта енергетичної ефективності для кожного варіанта строків внесення за ВВСН: для ВВСН 61 – 3,64; ВВСН 69 – 3,67; ВВСН 61+69 – 3,69.

Отже, за результатами проведеної енергетичної оцінки ефективності вирощування сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією за різних строків обробки можна стверджувати про енерговигідність, оскільки жоден K_{ee} не мав значення менше 1.

Загалом була виявлена тенденція, що високі значення коефіцієнта енергетичної ефективності спостерігалися за застосування таких регуляторів росту з антистресовою дією, як Атонік Плюс та Мегафол. Їх використання підвищує рівень виходу енергії з урожаєм, що дозволяє не лише компенсувати енергетичні затрати на вирощування, а й отримати вдвічі більше енергії. Це свідчить про енергетичну ефективність та дозволяє рекомендувати ці препарати для використання у сільському господарстві.

Висновки до Розділу 5

Провівши оцінку економічної та енергетичної ефективності вирощування сої залежно від фази внесення та виду регуляторів росту з антистресовою дією, можемо зробити такі висновки:

1. Вирощування сої в умовах Лівобережного Лісостепу України є вигідним як в економічному, так і енергетичному аспекті. Це демонструють одержані маси умовно чистих прибутків, рівні рентабельності та показники коефіцієнтів енергетичної ефективності.

2. За вирощування сої максимальні рівні рентабельності (40–42%) було отримано за внесення таких регуляторів росту з антистресовою дією, як Атонік Плюс та Мегафол.

3. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (7 031 грн/га) було отримано під час вирощування сої за застосування комплексної обробки регулятора росту Атонік Плюс у фазі ВВСН 61+69.

4. Розрахована структура витрат при вирощуванні сої: витрати на оплату праці в середньому для всіх варіантів дослідів становлять $\approx 2\text{--}2,5\%$; насіння $\approx 12\text{--}15\%$; засоби захисту $\approx 19\text{--}31\%$; пальне $\approx 14\text{--}18\%$; інші витрати $\approx 20\%$.

5. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee}=3,42\text{--}3,83$) забезпечила комбінована обробка на початку та в кінці цвітіння (ВВСН 61+69) препаратом Атонік Плюс.

Список використаних джерел до Розділу 5

1. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства : підручник / В. І. Мацибора. К. : Вища шк., 1994. 415 с.
2. Яценко О. І. Економічні та соціальні аспекти оцінки ефективності / О. І. Яценко, О. П. Романюк. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.6. С. 237–238.
3. Економіка сільського господарства : навч. посібник / В. К. Збарський, В. І. Мацибора та ін., за ред. В. К. Збарського і В. І. Мацибори. К. : ТОВ «АграрМедіаГруп», 2013. 316 с.
4. Медведовский О. К. Энергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. К. : Урожай, 1988. 208 с.
5. Жученко А. А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве : методол. и метод. рекомендации / А. А. Жученко. Кишинев, 1998. 25 с.
6. Кондрашов А. Т. Энергетичний баланс агроєкосистеми: проблемитеорії і практики / А. Т. Кондрашов, И. В. Шурденко. *Вісник ДААУ*. 1998. № 2. С. 39–43.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми щодо оптимізації технології вирощування сої в умовах України. В основу технології покладено вивчення таких факторів, як: пластичність та стабільність урожайності сортів за різних агрокліматичних умов, вплив регуляторів росту з антистресовою дією на продуктивність сої. Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. У Сумській області для вирощування сої перевагу слід надавати сортам ранньостиглої і середньоранньої груп стиглості; тоді як у Тернопільській області – сортам скоростиглої та середньостиглої груп. У Миколаївській області основні площі сої доцільно зайняти ранньостиглими і середньостиглими сортами, які ефективніше використовують вегетаційний період, формують більший урожай. Вибір кращих сортів для господарств різних ґрунтово-кліматичних зон, підзон і мікрозон із нестійкими погодними умовами має визначальне значення для збільшення урожайності та поліпшення якості продукції. Він має бути науково обґрунтованим, з урахуванням характеристики екологічної пластичності, стабільності та потенціалу адаптивності нових сортів.

2. За період 2017–2019 р. найвищі показники стресостійкості виявилися у сортів сої Атланта і Ліссабон (-1,16). Максимальні показники генотипової гнучкості забезпечили сорти Кіото, Мерлін і Кент –3,12; 3,08 і 3,00 т/га відповідно, що свідчить про високий ступінь відповідності між їх генотипом і факторами зовнішнього середовища. Сорти сої значно різнилися за нормою реакції на умови навколишнього середовища. Найнижча варіабельність ознаки «врожайність» виявилася в середньостиглого сорту Кент (12,9%).

3. Високою пластичністю, тобто широкою екологічною адаптивністю, вирізнялися сорти з коефіцієнтом регресії від 1,23 до 2,35. До цієї категорії ввійшли сорти Кофу, Білявка, Амадеус, Асука, Кордоба, Аляска, Кіото, Падуа, що за результатами проведених розрахунків належать до генотипів

інтенсивного типу з підвищеною реакцією на поліпшення умов вирощування. Високою стабільністю урожайності характеризувалися сорти з показниками Si^2 , близькими до нуля (Вежа, Білявка, Княжна, Атланта), тобто з середньою пластичністю. Загальна адаптивна здатність виявилася вищою у найбільш урожайних сортів Мерлін (0,51), Кіото (0,46), Кент (0,36). Вища гомеостатичність ознаки «врожайність» була в сортів Кент (5,89), Атланта (5,62), Самородок (5,15) і Ліссабон (5,09).

4. Установлено, що на варіантах, де застосовували обробку регуляторами росту, збереглося на 6,7–16,9 тис. шт./га рослин більше. Максимальна густина рослин (563,7 тис. шт./га) збереглася перед збиранням на варіанті за застосування Атонік Плюс та Стимуляте. Мінімальні показники були на контрольних варіантах (546,8 тис. шт./га).

5. Показники висоти рослин були найвищими за внесення регуляторів росту з антистресовою дією у ВВСН₆₁, зокрема найкращі результати отримали на варіантах: Атонік Плюс – 32,6 см, що на 11,06 см більше, ніж на контрольному варіанті. Також високі темпи приросту за 14 днів були отримані за застосування Мегафолу та Вермистиму Д (30,8 см та 29,6 см відповідно). За внесення регуляторів росту в 69-ту мікростадію найвищі результати абсолютного приросту спостерігались на варіанті Ікс-сайт – 27,63 см, Стимуляте – 26,91 см та Атонік Плюс – 25,88 см. За подвійної обробки рослин сої на 61-й та 69-й мікростадії визначено, що найбільші показники приросту виявлені у варіантів Атонік Плюс – 27,56 см, Мегафол – 26,58 см та Біофордс – 24,2 см.

6. Найбільшу площу листової поверхні у фазу повного цвітіння (36,95 тис. м²/га) було отримано за подвійного внесення препаратів (ВВСН 61+ВВСН 69). Серед препаратів найбільшу площу листової поверхні (34,20–34,94 тис. м²/га) було сформовано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Мегафол та Біофордс. За обліків на час наливу зерна максимальні показники площі

листяної поверхні (42,03–42,76 тис. м²/га) було отримано за внесення Ікс-сайт, Атонік Плюс, Вермистим Д та Стимуляте.

7. Виявлено зростання симбіотичної активності рослин сої, зокрема кількості бульбочок за обробки ВВСН₆₁, а маси бульбочок за обробки ВВСН₆₉. Найвища ефективність спостерігалася за застосування Атонік Плюс (394 шт. бульбочок масою 29,6 г), Стимуляте (346 шт. бульбочок масою 20,5 г) та Вермистим Д (332,5 шт. бульбочок масою 17,8 г).

8. Максимальну кількість плодів (15,74 шт.) було виявлено за двократного застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁ та ВВСН₆₉. Найбільшу ефективність було виявлено за внесення Мегафол та Стимуляте (15,14–15,15 шт.). У середньому маса зерна з однієї рослини була максимальною за внесення препаратів у ВВСН₆₁ та двократного внесення ВВСН₆₁+ВВСН₆₉. Найвищу ефективність на кількість зерна з однієї рослини (28,33 шт) виявлено за застосування регуляторів росту в ВВСН₆₁.

9. За рівнем відгуку врожайності (3,07 т/га) виявлено вищу ефективність за двократного внесення ВВСН₆₁₊₆₉ (3,07 т/га). За однократного внесення препаратів у ВВСН₆₁ – 2,97 т/га, а ВВСН₆₉ – 2,86 т/га. Максимальну врожайність отримали на варіанті, де застосовували Атонік Плюс (3,32 т/га). Дещо меншу врожайність (від 3,0 до 3,24 т/га) мали варіанти за внесення Біофоджу, Вермистиму Д, Ікс-сайту та Стимуляте. Найменшу врожайність насіння було сформовано на контролі (2,6 ц/га).

10. За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що найбільший вплив (54,6%) на формування врожайності мав фактор А «варіанти обробки регуляторами росту рослин». Дещо менший вплив було розраховано для фактора В «умови року» (33,8%). Частка впливу фактора «строк внесення» становила 4,6%, взаємодія факторів А та В становила 7,0%.

11. Максимальний вміст білка (36,44%) мало зерно, яке сформувалося на варіантах за двократного внесення регуляторів росту в ВВСН₆₁₊₆₉. Слід відзначити підвищення вмісту білка (37,13%) за застосування Атонік Плюс.

Зерно, зібране з решти варіантів за застосування РРР, суттєво не відрізнялось від контролю (35,59–36,78%).

12. Виявлений незначний вплив на вміст олії (20,63–20,78%) внесення регуляторів росту в ВВСН₆₉ та двократного внесення у ВВСН₆₁₊₆₉. Однократна обробка у ВВСН₆₁ забезпечила формування насіння з олійністю (20,15%). Проведені біохімічні дослідження не виявили суттєвого варіювання вмісту олії за застосування регуляторів росту.

13. Аналіз показників економічної ефективності виявив, що максимальні рівні рентабельності (40–42%) було отримано за внесення регуляторів росту Атонік Плюс та Мегафол. Максимальну масу прибутку з одиниці площі (7031 грн/га) було отримано під час вирощування сої за застосування комплексної обробки регулятора росту Атонік Плюс у фазі ВВСН₆₁₊₆₉.

14. Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності ($K_{ee} = 3,42\text{--}3,83$) забезпечила комбінована обробка на початку та в кінці цвітіння (ВВСН₆₁₊₆₉) препаратом Атонік Плюс.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення ефективності вирощування та стабільності господарсько-економічних показників культури сої в умовах України рекомендуємо:

➤ використовувати в Сумській області скоростиглі сорти (Асука), ранньостиглі (Мерлін, Кіото) і середньоранні (Ліссабон). У Тернопільській області – скоростиглі сорти (Кофу), ранньостиглі (Кіото, Мерлін), середньоранні (Кордоба) і середньостиглі (Кент). У Миколаївській області – скоростиглі сорти (Асука), ранньостиглі (Мерлін, Кіото) і середньостиглі (Кент).

➤ для підвищення продуктивності рослин проводити двократну обробку посівів (ВВСН 61+69) регуляторами росту з антистресовою дією Атонік Плюс, Мегафол та Стимуляте, які забезпечили формування максимального врожаю (3,20–3,32 т/га).

ДОДАТКИ

Додаток А. 1
Сумська область

Група стиглості	Сорт	2017	ΣT, °C	Tu	2018	ΣT, °C	Tu	2019	ΣT, °C	Tu
ранньостиглий	Кіото	2,78	2316,2	833,2	3,24	2455,9	758,0	2,65	2491,8	940,3
ранньостиглий	Амадеус	1,83	2316,2	1265,7	3,22	2455,9	762,7	2,25	2491,8	1107,5
ранньостиглий	Аріса	2,51	2316,2	922,8	2,79	2455,9	880,3	2,69	2491,8	926,3
ранньостиглий	Мерлін	2,72	2316,2	851,5	3,21	2455,9	765,1	3,25	2491,8	766,7
ранньостиглий	Діадема Поділля	2,05	2316,2	1129,9	2,98	2455,9	824,1	2,89	2491,8	862,2
ранньостиглий	Атланта	1,68	2316,2	1378,7	2,48	2455,9	990,3	2,65	2491,8	940,3
скоростиглий	Асука	2,54	1972,2	776,5	3,13	2140,5	683,9	2,77	2163,2	780,9
скоростиглий	Кофу	1,68	1972,2	1173,9	2,64	2140,5	810,8	2,59	2163,2	835,2
скоростиглий	Аляска	1,79	1972,2	1101,8	2,74	2140,5	781,2	2,76	2163,2	783,8
скоростиглий	Хуторяночка	1,78	1972,2	1108,0	2,29	2140,5	934,7	2,27	2163,2	953,0
скоростиглий	Княжна	1,58	1972,2	1248,2	2,39	2140,5	895,6	2,34	2163,2	924,4
скоростиглий	Самородок	1,74	1972,2	1133,4	2,49	2140,5	859,6	2,58	2163,2	838,4
скоростиглий	Тундра	2,32	1972,2	850,1	2,78	2140,5	770,0	2,85	2163,2	759,0
скоростиглий	Білявка	1,48	1972,2	1332,6	2,01	2140,5	1064,9	2,18	2163,2	992,3
скоростиглий	Мавка	1,79	1972,2	1101,8	2,59	2140,5	826,4	2,75	2163,2	786,6
скоростиглий	Альянс	1,68	1972,2	1173,9	2,48	2140,5	863,1	2,79	2163,2	775,3
середньоранній	Ліссабон	2,15	2108,6	980,7	3,21	2257,1	703,1	3,20	2280,6	712,7
середньоранній	Кордоба	2,14	2108,6	985,3	2,87	2257,1	786,4	2,81	2280,6	811,6
середньоранній	Оріана	1,89	2108,6	1115,7	2,87	2257,1	786,4	2,98	2280,6	765,3
середньоранній	Вежа	1,58	2108,6	1334,6	1,98	2257,1	1139,9	2,10	2280,6	1086,0
середньостиглий	Кент	2,34	2385,0	1019,2	2,95	2572,6	872,1	2,88	2595,8	901,3
середньостиглий	Падуа	1,54	2385,0	1548,7	2,24	2572,6	1148,5	1,99	2595,8	1304,4
середньостиглий	Вінні	1,79	2385,0	1332,4	2,65	2572,6	970,8	2,67	2595,8	972,2

Додаток А. 2
Тернопільська область

Група стиглості	Сорт	2017	ΣT, °C	Tu	2018	ΣT, °C	Tu	2019	ΣT, °C	Tu
ранньостиглий	Кіото	3,03	2111,4	696,8	3,89	2175,2	559,2	3,41	2020,0	592,4
ранньостиглий	Амадеус	2,74	2111,4	770,6	3,62	2175,2	600,9	3,07	2020,0	658,0
ранньостиглий	Аріса	2,21	2111,4	955,4	3,46	2175,2	628,7	2,87	2020,0	703,8
ранньостиглий	Мерлін	2,81	2111,4	751,4	3,92	2175,2	554,9	3,21	2020,0	629,3
ранньостиглий	Діадема Поділля	2,54	2111,4	831,3	3,51	2175,2	619,7	2,93	2020,0	689,4
ранньостиглий	Атланта	2,04	2111,4	1035,0	2,84	2175,2	765,9	2,50	2020,0	808,0
скоростиглий	Асука	3,05	1871,0	613,4	3,72	1864,5	501,2	3,01	1721,0	571,8
скоростиглий	Кофу	3,24	1871,0	577,5	3,95	1864,5	472,0	3,30	1721,0	521,5
скоростиглий	Аляска	2,82	1871,0	663,5	3,15	1864,5	591,9	3,02	1721,0	569,9
скоростиглий	Хуторяночка	2,47	1871,0	757,5	3,04	1864,5	613,3	2,83	1721,0	608,1
скоростиглий	Княжна	2,15	1871,0	870,2	2,98	1864,5	625,7	2,70	1721,0	637,4
скоростиглий	Самородок	2,34	1871,0	799,6	2,99	1864,5	623,6	2,58	1721,0	667,1
скоростиглий	Тундра	2,74	1871,0	682,8	3,42	1864,5	545,2	2,87	1721,0	599,7
скоростиглий	Білявка	2,43	1871,0	770,0	3,21	1864,5	580,8	2,75	1721,0	625,8
скоростиглий	Мавка	2,19	1871,0	854,3	2,97	1864,5	627,8	2,68	1721,0	642,2
скоростиглий	Альянс	2,32	1871,0	806,5	3,03	1864,5	615,3	2,59	1721,0	664,5
середньоранній	Ліссабон	2,18	1945,7	892,5	3,02	1968,7	651,9	2,84	1812,3	638,1
середньоранній	Кордоба	2,78	1945,7	699,9	3,46	1968,7	569,0	3,36	1812,3	539,4
середньоранній	Оріана	2,18	1945,7	892,5	2,94	1968,7	669,6	2,48	1812,3	730,8
середньоранній	Вежа	2,16	1945,7	900,8	3,07	1968,7	641,3	2,43	1812,3	745,8
середньостиглий	Кент	3,08	2181,9	708,4	3,66	2269,4	620,1	3,01	2106,5	699,8
середньостиглий	Падуа	2,38	2181,9	916,8	3,24	2269,4	700,4	2,84	2106,5	741,7
середньостиглий	Вінні	2,43	2181,9	897,9	3,22	2269,4	704,8	2,83	2106,5	744,3

Додаток А. 3
Миколаївська область

Група стиглості	Сорт	2017	ΣТ, °С	Tu	2018	ΣТ, °С	Tu	2019	ΣТ, °С	Tu
ранньостиглий	Кіото	2,35	2492,9	1060,8	3,31	2444,6	738,5	2,68	2472,1	922,4
ранньостиглий	Амадеус	2,13	2492,9	1170,4	2,89	2444,6	845,9	2,64	2472,1	936,4
ранньостиглий	Аріса	2,03	2492,9	1228,0	2,68	2444,6	912,2	2,60	2472,1	950,8
ранньостиглий	Мерлін	2,23	2492,9	1117,9	3,22	2444,6	759,2	3,20	2472,1	772,5
ранньостиглий	Діадема Поділля	2,09	2492,9	1192,8	2,72	2444,6	898,8	2,64	2472,1	936,4
ранньостиглий	Атланта	2,04	2492,9	1222,0	2,51	2444,6	973,9	2,38	2472,1	1038,7
скоростиглий	Асука	2,08	2114,3	1016,5	2,73	2070,3	758,4	2,62	2144,5	818,5
скоростиглий	Кофу	2,03	2114,3	1041,5	2,61	2070,3	793,2	2,47	2144,5	868,2
скоростиглий	Аляска	1,94	2114,3	1089,8	2,47	2070,3	838,2	2,60	2144,5	824,8
скоростиглий	Хуторяночка	1,89	2114,3	1118,7	2,56	2070,3	808,7	2,45	2144,5	875,3
скоростиглий	Княжна	1,81	2114,3	1168,1	2,49	2070,3	831,4	2,40	2144,5	893,5
скоростиглий	Самородок	1,91	2114,3	1107,0	2,42	2070,3	855,5	2,40	2144,5	893,5
скоростиглий	Тундра	1,99	2114,3	1062,5	2,54	2070,3	815,1	2,50	2144,5	857,8
скоростиглий	Білявка	1,64	2114,3	1289,2	2,48	2070,3	834,8	2,52	2144,5	851,0
скоростиглий	Мавка	1,63	2114,3	1297,1	2,51	2070,3	824,8	2,34	2144,5	916,5
скоростиглий	Альянс	2,08	2114,3	1016,5	2,60	2070,3	796,3	2,33	2144,5	920,4
середньоранній	Ліссабон	2,05	2252,4	1098,7	2,73	2185,7	800,6	2,59	2243,3	866,1
середньоранній	Кордоба	1,98	2252,4	1137,6	3,05	2185,7	716,6	2,57	2243,3	872,9
середньоранній	Оріана	1,65	2252,4	1365,1	2,11	2185,7	1035,9	2,32	2243,3	966,9
середньоранній	Вежа	1,90	2252,4	1185,5	2,44	2185,7	895,8	2,26	2243,3	992,6
середньостиглий	Кент	2,55	2598,3	1018,9	3,20	2562,1	800,7	2,80	2594,0	926,4
середньостиглий	Падуа	2,05	2598,3	1267,5	2,82	2562,1	908,5	2,43	2594,0	1067,5
середньостиглий	Вінні	1,78	2598,3	1459,7	2,37	2562,1	1081,1	2,42	2594,0	1071,9

Додаток Б

Група стиглості	Сорт	Сумська область	
		стабільність, (Si ²)	пластичність, (bi)
ранньостиглий	Кіото	0,45	0,29
ранньостиглий	Амадеус	-0,01	1,37
ранньостиглий	Аріса	0,22	0,33
ранньостиглий	Мерлін	0,62	0,72
ранньостиглий	Діадема Поділля	0,20	1,26
ранньостиглий	Атланта	-0,17	1,24
скоростиглий	Асука	0,37	0,61
скоростиглий	Кофу	-0,14	1,33
скоростиглий	Аляска	-0,01	1,36
скоростиглий	Хуторяночка	-0,33	0,71
скоростиглий	Княжна	-0,34	1,11
скоростиглий	Самородок	-0,17	1,12
скоростиглий	Тундра	0,21	0,69
скоростиглий	Білявка	-0,55	0,85
скоростиглий	Мавка	-0,07	1,23
скоростиглий	Альянс	-0,13	1,32
середньоранній	Ліссабон	0,41	1,49
середньоранній	Кордоба	0,16	1,00
середньоранній	Оріана	0,14	1,45
середньоранній	Вежа	-0,56	0,64
середньостиглий	Кент	0,28	0,82
середньостиглий	Падуа	-0,52	0,84
середньостиглий	Вінні	-0,07	1,23

Тернопільська область	
стабільність, (Si ²)	пластичність, (bi)
0,53	1,10
0,23	1,13
-0,06	1,58
0,40	1,43
0,08	1,24
-0,45	1,01
0,35	0,89
0,59	0,94
0,09	0,42
0,13	0,72
-0,30	1,04
-0,27	0,84
0,10	0,89
-0,11	1,00
-0,30	0,98
-0,26	0,91
-0,23	1,04
0,29	0,84
-0,38	0,97
-0,36	1,18
0,34	0,78
-0,09	1,09
-0,08	1,00

Миколаївська область	
стабільність, (Si ²)	пластичність, (bi)
0,38	1,19
0,16	1,07
0,04	0,99
0,49	1,55
0,09	0,95
-0,09	0,68
0,08	0,97
-0,03	0,84
-0,06	0,90
-0,10	1,00
-0,16	1,03
-0,15	0,80
-0,05	0,85
-0,18	1,35
-0,24	1,30
-0,06	0,68
0,06	1,00
0,14	1,44
-0,37	0,83
-0,20	0,76
0,45	0,82
0,04	1,02
-0,21	0,96

Додаток В

Стабільність та пластичність сортів за оригінаторами сортів

Оригінатори	Група стиглості	Сорт	стабільність, (S_i^2)	пластичність, (b_i)
Прогрейн Інк.	ранньостиглий	Кіото	0,3	1,01
	ранньостиглий	Амадеус	-0,02	1,04
	скоростиглий	Асука	0,12	1,05
	ранньостиглий	Аріса	-0,08	0,52
	скоростиглий	Кофу	-0,01	1,87
	скоростиглий	Аляска	-0,30	0,52
Заатбау Лінц	ранньостиглий	Мерлін	0,31	0,81
	середньоранній	Ліссабон	-0,11	0,06
	середньоранній	Кордоба	0,01	1,50
	середньостиглий	Кент	0,17	1,10
	середньостиглий	Падуа	-0,38	1,52
Інститут кормів	скоростиглий	Хуторяночка	-0,01	1,25
	скоростиглий	Княжна	-0,09	0,97
	середньостиглий	Вінні	0,05	1,25
	середньоранній	Вежа	-0,19	1,09
	ранньостиглий	Діадема Поділля	0,30	0,99
	середньоранній	Оріана	-0,03	0,6
	скоростиглий	Самородок	-0,02	0,85
	скоростиглий	Тундра	0,24	1,26
Сосвій вік	ранньостиглий	Атланта	-0,08	0,4
	скоростиглий	Білявка	-0,13	1,73
	скоростиглий	Мавка	-0,04	0,85
	скоростиглий	Альянс	0,01	0,76

Додаток Г. 1

Фенологічні спостереження за розвитком рослин сої (ННБК СНАУ, 2018 р.)

№	Варіант	Норма внесення	Час внесення	Сівба 00	Повні сходи 9-10	Перший трійчастий листок 11	Третій трійчастий листок 13	Бутонізація 55	Початок цвітіння 61	Кінець цвітіння 69	Наповнення зерна 77	Початок дозрівання 81	Повна стиглість 90
1	контроль			03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
2	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
3	X-cyte	1,5 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
4	Атонік	0,2 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	22.09.18
5	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
6	Biofoge	1,5 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
7	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
8	Stimulate	0,75 л/га	ВВСН 61	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
9	контроль			03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
10	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
11	X-cyte	1,5 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
12	Атонік	0,2 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
13	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
14	Biofoge	1,5 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
15	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
16	Stimulate	0,75 л/га	ВВСН 69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
17	контроль			03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
18	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
19	X-cyte	1,5 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
20	Атонік	0,2 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
21	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
22	Biofoge	1,5 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18
23	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	24.07.18	11.08.18	20.09.18
24	Stimulate	0,75 л/га	ВВСН 61+69	03.05.18	08.05.18	22.05.18	31.05.18	12.06.18	16.06.18	19.07.18	26.07.18	13.08.18	20.09.18

Додаток Г. 2

Фенологічні спостереження за розвитком рослин сої (ННБК СНАУ, 2019 р.)

№	Варіант	Час внесення	Сівба 00	Повні сходи 9-10	Перший трійчастий листок 11	Третій трійчастий листок 13	Бутонізація 55	Початок цвітіння 61	Кінець цвітіння 69	Налив зерна 77	Молочна стиглість	Воскова стиглість	Повна стиглість 90
1	Контроль		13.05.19.	20.05.19	1.06. 19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
2	Антистрес	ВВСН 61	13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.9	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
3	Атонік		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	24.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
4	Мегафол		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	24.07.19	06.08.19	17.08.19	15.07.19
5	Fast Start		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
6	Stimulate Yield Enhancer		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
7	Bioforge		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	16.09.19
8	Sugar Mover		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
9	X-Cyte		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
10	X-tra Power		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	18.07.19	26.07.19	06.08.19	18.09.19	16.09.19
11	Nitrate Balancer		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	18.07.19	26.07.19	07.08.19	18.09.19	15.09.19
12	Антистрес		ВВСН 69	13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	18.07.19	26.07.19	07.08.19	18.08.19
13	Атонік	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.07.19	06.08.2009	18.08.19	15.09.19
14	Мегафол	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.07.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
15	Fast Start	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
16	Stimulate Yield Enhancer	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
17	Bioforge	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	24.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
18	Sugar Mover	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
19	X-Cyte	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
20	X-tra Power	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	18.07.19	26.08.19	07.08.19	19.08.19	16.09.19
21	Nitrate Balancer	13.05.19.		20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	26.08.19	07.08.19	18.08.19	15.09.19
22	Антистрес	ВВСН 61+69		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19
23	Атонік		13.05.19.	20.05.19	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	18.07.19	26.08.19	07.08.19	18.08.19	15.09.19
24	Мегафол		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
25	Fast Start		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
26	Stimulate Yield Enhancer		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
27	Bioforge		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
28	Sugar Mover		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	16.07.19	25.08.19	06.08.19	18.08.19	15.09.19
29	X-Cyte		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	26.08.19	07.08.19	18.08.19	15.09.19
30	X-tra Power		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	26.08.19	07.08.19	19.08.19	16.09.19
31	Nitrate Balancer		13.05.19.	20.05.	1.06.19	7.06.19	17.06.19	19.06.19	17.07.19	25.08.19	07.08.19	18.08.19	15.09.19

Додаток Д
Густота стояння за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією

№	Варіант	Норма внесення	Час внесення	Фаза повних сходів				Перед збиранням			
				2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
1	Контроль			629	624,7	633,3	629,0	538,7	545,8	552,5	545,7
2	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 61	628,3	630,6	634,5	631,1	539,1	550,7	559,8	549,9
3	Ікс-сайт	1,5 л/га	ВВСН 61	624,2	629,4	635,1	629,6	539,2	548,1	558,5	548,6
4	Атонік Плюс	0,2 л/га	ВВСН 61	622,3	633,2	631,8	629,1	541	553,6	563	552,5
5	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 61	627,8	630,1	630,7	629,5	541,6	550,9	555	549,2
6	Біофордж	1,5 л/га	ВВСН 61	628,3	629,3	633,5	630,4	539,1	549,7	558,9	549,2
7	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 61	627,7	630,9	633	630,5	541,9	544	562	549,3
8	Стимуляте	0,75 л/га	ВВСН 61	629,4	630,5	633,2	631,0	546	553,2	560,1	553,1
9	Контроль			628,5	629,4	629,6	629,5	540,8	548,1	553,7	547,5
10	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 69	633,2	628,6	627,6	629,8	543,2	545,6	557,3	548,7
11	Ікс-сайт	1,5 л/га	ВВСН 69	628,4	632,1	631	630,5	544,1	555,6	560,3	553,3
12	Атонік Плюс	0,2 л/га	ВВСН 69	630,5	627,9	632	630,1	541,8	556,8	561,5	553,4
13	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 69	628,9	631,3	630,1	630,1	539,6	547,9	559,5	549,0
14	Біофордж	1,5 л/га	ВВСН 69	631,7	630,5	628,5	630,2	545,9	547,2	558,1	550,4
15	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 69	627,8	634,3	630,3	630,8	538,6	550,5	559,7	549,6
16	Стимуляте	0,75 л/га	ВВСН 69	626,9	634,8	635,3	632,3	550,8	546,4	561,3	552,8
17	Контроль			626,1	630,9	631,6	629,5	536,8	548,7	554,9	546,8
18	Альбіт ТПС	40 мл/га	ВВСН 61+69	626,3	629,6	633,8	629,9	548,9	554,2	557,4	553,5
19	Ікс-сайт	1,5мл/га	ВВСН 61+69	628,1	631,1	632,3	630,5	548,1	568,9	560,2	559,1
20	Атонік Плюс	0,2 л/га	ВВСН 61+69	626,5	631,2	633,8	630,5	560,9	564,8	565,3	563,7
21	Мегафол	1,0 л/га	ВВСН 61+69	628,34	630,1	630,8	629,7	558,5	562,5	564,2	561,7
22	Біофордж	1,5 л/га	ВВСН 61+69	628,2	631,2	633,4	630,9	548,7	563,8	565,8	559,4
23	Вермистим Д	6 л/га	ВВСН 61+69	626,5	631,9	632,4	630,3	548,6	565	562,8	558,8
24	Стимуляте	0,75 л/га	ВВСН 61+69	628	630,8	632,8	630,5	560,8	565,3	565,1	563,7
				628,0	630,6	632,1	630,2	545,1	553,6	559,9	552,9

Додаток Ж. 1

Результати дисперсійного аналізу формування густоти рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (фаза повних сходів)

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	28596636			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця
La	Lb	2017	2018	2019			до контролю
1	1	629	624,7	633,3	1887,0	629,0	-
	2	628,3	630,6	634,5	1893,4	631,1	2,1
	3	624,2	629,4	635,1	1888,7	629,6	0,6
	4	622,3	633,2	631,8	1887,3	629,1	0,1
	5	627,8	630,1	630,7	1888,6	629,5	0,5
	6	628,3	629,3	633,5	1891,1	630,4	1,4
	7	627,7	630,9	633	1891,6	630,5	1,5
	8	629,4	630,5	633,2	1893,1	631,0	2,0
2	1	628,5	629,4	629,6	1887,5	629,2	-
	2	633,2	628,6	627,6	1889,4	629,8	0,6
	3	628,4	632,1	631	1891,5	630,5	1,3
	4	630,5	627,9	632	1890,4	630,1	1,0
	5	628,9	631,3	630,1	1890,3	630,1	0,9
	6	631,7	630,5	628,5	1890,7	630,2	1,1
	7	627,8	634,3	630,3	1892,4	630,8	1,6
	8	626,9	634,8	635,3	1897,0	632,3	3,2
3	1	626,1	630,9	631,6	1888,6	629,5	-
	2	626,3	629,6	633,8	1889,7	629,9	0,4
	3	628,1	631,1	632,3	1891,5	630,5	1,0
	4	626,5	631,2	633,8	1891,5	630,5	1,0
	5	628,34	630,1	630,8	1889,2	629,7	0,2
	6	628,2	631,2	633,4	1892,8	630,9	1,4
	7	626,5	631,9	632,4	1890,8	630,3	0,7
	8	628	630,8	632,8	1891,6	630,5	1,0
Сума		15070,9	15134,4	15170,4	45375,7	630,2	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія			Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
						F _ф	F ₀₅
Загальна		Sy	508,4	71			
Повторень		Sp	211,3	2			
Варіантів		Sv	39,0	23	1,7	0,30	1,75
Фактора А		Ca	1	2	0,7	0,13	3,26
Фактора В		Cb	23,4	7	3,3	0,60	2,24
Фактора АВ		Cab	14,1	14	1,0	0,18	1,91
Помилки		Cz	258,1	46	5,6		
Фактор А					Фактор В		Регулятори росту
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		629,0	631,1	629,6	629,1	629,5	630,4
69		629,2	629,8	630,5	630,1	630,1	630,2
61+69		629,5	629,9	630,5	630,5	629,7	630,9
Середнє фактора В		629,1	630,5	630,0	629,6	629,8	630,3
	Різниця	-	1,4	1,0	0,5	0,7	1,2
HCP ₀₅ AB	3,89	A	1,38	B	2,25	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %			0,2%				

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	22008185			
Варіант		Повторення, P			Сума	Середнє	Різниця
La	Lb	2017	2018	2019			до контролю
1	1	538,7	545,8	552,5	1637,0	545,7	-
	2	539,1	550,7	559,8	1649,6	549,9	4,2
	3	539,2	548,1	558,5	1645,8	548,6	2,9
	4	541	553,6	563	1657,6	552,5	6,9
	5	541,6	550,9	555	1647,5	549,2	3,5
	6	539,1	549,7	558,9	1647,7	549,2	3,6
	7	541,9	544	562	1647,9	549,3	3,6
	8	546	553,2	560,1	1659,3	553,1	7,4
2	1	540,8	548,1	553,7	1642,6	547,5	-
	2	543,2	545,6	557,3	1646,1	548,7	1,2
	3	544,1	555,6	560,3	1660,0	553,3	5,8
	4	541,8	556,8	561,5	1660,1	553,4	5,8
	5	539,6	547,9	559,5	1647,0	549,0	1,5
	6	545,9	547,2	558,1	1651,2	550,4	2,9
	7	538,6	550,5	559,7	1648,8	549,6	2,1
	8	550,8	546,4	561,3	1658,5	552,8	5,3
3	1	536,8	548,7	554,9	1640,4	546,8	-
	2	548,9	554,2	557,4	1660,5	553,5	6,7
	3	548,1	568,9	560,2	1677,2	559,1	12,3
	4	560,9	564,8	565,3	1691,0	563,7	16,9
	5	558,5	562,5	564,2	1685,2	561,7	14,9
	6	548,7	563,8	565,8	1678,3	559,4	12,6
	7	548,6	565	562,8	1676,4	558,8	12,0
	8	560,8	565,3	565,1	1691,2	563,7	16,9
	Сума	13082,7	13287,3	13436,9	39806,9	552,9	
Результати дисперсійного аналізу							
Дисперсія			Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
						F _ф	F ₀₅
Фактор А					Фактор В		Регулятори росту
Строки застосування		1	2	3	4	5	6
61		545,7	549,9	548,6	552,5	549,2	549,2
69		547,5	548,7	553,3	553,4	549,0	550,4
61+69		546,8	553,5	559,1	563,7	561,7	559,4
Середнє фактора В		546,6	549,3	551,0	553,0	549,1	549,8
Різниця		-	2,7	4,4	6,4	2,5	3,2
НСР _{05 АВ}		6,49	А	2,30	В	3,75	t ₀₅
Точність дослід, %			0,4%				

Додаток Ж. 3

Динаміка висоти рослин за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією

№	Варіант	Час внесення	Висота рослин, см				Висота рослин, см				Висота рослин, см			
			2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
			на час внесення				на 7 день після внесення В				на 14 день після внесення В			
1	Контроль		25,28	26,38	26,32	25,99	33,40	34,97	34,30	34,22	47,53	47,89	47,18	47,53
2	Альбіт ТПС	ВВСН 61	26,18	27,70	27,10	26,99	37,20	41,53	39,11	39,28	47,25	47,20	47,31	47,25
3	Ікс-сайт	ВВСН 61	26,30	27,30	27,00	26,87	34,70	36,13	36,15	35,66	48,69	50,45	50,12	49,75
4	Атонік Плюс	ВВСН 61	27,35	28,41	28,15	27,97	35,90	37,50	36,80	36,73	58,57	60,45	59,68	59,57
5	Мегафол	ВВСН 61	25,90	27,90	26,50	26,77	36,95	37,42	37,04	37,14	57,56	58,01	57,12	57,56
6	Біофордж	ВВСН 61	25,65	26,20	27,82	26,56	36,01	37,84	36,54	36,80	52,08	53,94	53,61	53,21
7	Вермистим Д	ВВСН 61	26,11	27,01	26,45	26,52	36,90	38,34	37,90	37,71	55,25	56,87	56,21	56,11
8	Стимуляте	ВВСН 61	26,01	27,49	27,01	26,84	38,08	40,15	40,04	39,42	49,05	52,97	51,01	51,01
			26,10	27,30	27,04	26,81	36,14	37,98	37,24	37,12	52,00	53,47	52,78	52,75
9	Контроль		56,30	57,60	56,05	56,65	61,47	62,49	62,45	62,14	75,98	75,95	74,83	75,59
10	Альбіт ТПС	ВВСН 69	55,35	58,12	56,02	56,50	66,80	61,95	62,80	63,85	76,05	77,16	76,61	76,61
11	Ікс-сайт	ВВСН 69	57,61	56,12	57,01	56,91	67,12	69,18	69,00	68,43	83,97	85,10	84,55	84,54
12	Атонік Плюс	ВВСН 69	56,11	57,72	56,78	56,87	65,15	67,13	67,11	66,46	82,35	83,25	82,65	82,75
13	Мегафол	ВВСН 69	56,17	58,45	56,01	56,88	65,30	78,29	70,11	71,23	82,48	88,41	87,29	86,06
14	Біофордж	ВВСН 69	57,11	58,21	57,98	57,77	68,50	69,20	69,11	68,94	79,55	81,34	80,21	80,37
15	Вермистим Д	ВВСН 69	55,48	58,00	57,11	56,86	66,12	68,00	67,48	67,20	81,05	82,06	79,14	80,75
16	Стимуляте	ВВСН 69	55,45	57,54	57,05	56,68	68,83	75,14	75,00	72,99	83,01	83,01	84,75	83,59
			56,20	57,72	56,75	56,89	66,16	68,92	67,88	67,66	80,56	82,04	81,25	81,28
17	Контроль		26,45	26,13	27,04	26,54	61,41	63,30	62,90	62,54	76,00	77,30	77,13	76,81
18	Альбіт ТПС	ВВСН 61+69	26,35	27,70	27,01	27,02	60,98	69,10	67,21	65,76	77,46	81,89	78,54	79,30
19	Ікс-сайт	ВВСН 61+69	26,73	27,32	27,13	27,06	76,80	75,80	70,15	74,25	77,09	86,48	85,75	83,11
20	Атонік Плюс	ВВСН 61+69	27,30	27,80	26,87	27,32	67,40	70,30	69,70	69,13	78,70	80,26	78,74	79,23
21	Мегафол	ВВСН 61+69	26,56	28,05	27,34	27,32	68,30	78,50	73,10	73,30	82,60	91,75	90,73	88,36
22	Біофордж	ВВСН 61+69	26,97	28,02	27,04	27,34	68,50	70,40	71,30	70,07	83,10	76,80	79,85	79,92
23	Вермистим Д	ВВСН 61+69	25,99	28,33	27,11	27,14	68,90	68,80	72,10	69,93	83,10	83,10	80,60	82,27
24	Стимуляте	ВВСН 61+69	26,02	27,97	26,77	26,92	72,04	74,22	73,74	73,33	86,00	89,00	88,06	87,69
			26,56	27,88	27,04	27,16	68,99	72,45	71,04	70,83	81,15	84,18	83,18	82,84

Продовження додатка Ж. 4

№	Варіант	Час внесення	Висота рослин, см				Висота рослин, см			
			2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
			на 21 день після внесення В				перед збиранням			
1	Контроль		50,50	50,20	48,40	49,70	62,46	67,30	63,06	64,27
2	Альбіт ТПС	ВВСН 61	53,10	54,50	53,20	53,60	60,70	70,42	70,56	67,23
3	Ікс-сайт	ВВСН 61	54,80	59,30	57,10	57,07	67,11	67,34	66,40	66,95
4	Атонік Плюс	ВВСН 61	59,20	64,70	60,80	61,57	70,60	73,52	72,04	72,05
5	Мегафол	ВВСН 61	57,30	60,40	60,40	59,37	64,15	67,80	67,02	66,32
6	Біофордж	ВВСН 61	59,34	61,90	60,34	60,53	70,95	72,00	71,12	71,36
7	Вермистим Д	ВВСН 61	59,17	65,82	63,22	62,74	69,30	70,90	70,60	70,27
8	Стимуляте	ВВСН 61	54,21	60,40	56,67	57,09	69,98	72,31	71,10	71,13
			55,95	59,65	57,52	57,71	66,91	70,20	68,99	68,70
9	Контроль		84,00	86,45	85,23	85,23	62,40	65,00	64,90	64,10
10	Альбіт ТПС	ВВСН 69	85,61	89,40	87,50	87,50	67,95	69,50	67,40	68,28
11	Ікс-сайт	ВВСН 69	92,90	103,89	96,10	97,63	69,90	71,24	68,10	69,75
12	Атонік Плюс	ВВСН 69	87,90	89,70	87,40	88,33	73,51	74,65	74,19	74,12
13	Мегафол	ВВСН 69	99,20	102,40	99,60	100,40	74,09	77,80	76,50	76,13
14	Біофордж	ВВСН 69	88,80	92,60	90,60	90,67	70,93	72,80	70,90	71,54
15	Вермистим Д	ВВСН 69	97,30	100,50	98,10	98,63	70,90	74,90	73,08	72,96
16	Стимуляте	ВВСН 69	98,40	100,20	99,30	99,30	70,10	74,90	71,70	72,23
			91,76	95,64	92,98	93,46	69,97	72,60	70,85	71,14
17	Контроль		85,65	88,75	87,15	87,18	62,30	64,00	64,86	63,72
18	Альбіт ТПС	ВВСН 61+69	87,55	91,35	89,45	89,45	69,12	70,20	70,70	70,01
19	Ікс-сайт	ВВСН 61+69	94,75	106,65	97,35	99,58	75,88	76,80	74,40	75,69
20	Атонік Плюс	ВВСН 61+69	105,70	91,65	107,95	101,77	70,22	80,24	78,94	76,47
21	Мегафол	ВВСН 61+69	100,12	104,38	102,54	102,35	75,01	78,90	80,20	78,04
22	Біофордж	ВВСН 61+69	90,75	94,55	92,55	92,62	74,02	75,95	75,61	75,19
23	Вермистим Д	ВВСН 61+69	99,35	100,15	102,25	100,58	73,40	75,20	74,80	74,47
24	Стимуляте	ВВСН 61+69	100,14	102,25	101,36	101,25	75,68	80,05	77,10	77,61
			96,91	98,71	99,06	98,23	73,33	76,76	75,96	75,35

Додаток Ж. 5

Динаміка площі листкової поверхні рослин сої за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією

№	Варіант	Час внесення	Площа листкової поверхні, тис. м.кв/га				Площа листкової поверхні, тис. м.кв/га			
			2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
			кінець цвітіння ВВСН-69				налив ВВСН-77			
1	Контроль		29,28	31,68	29,71	30,22	32,45	36,65	36,18	35,09
2	Альбіт ТПС	ВВСН 61	34,07	32,21	33,28	33,19	35,72	38,00	37,93	37,22
3	Ікс-сайт	ВВСН 61	34,90	38,05	36,57	36,51	39,42	46,93	41,28	42,54
4	Атонік Плюс	ВВСН 61	35,83	36,92	35,57	36,11	46,51	40,33	45,77	44,20
5	Мегафол	ВВСН 61	33,96	39,93	37,16	37,01	41,65	42,59	43,48	42,57
6	Біофордж	ВВСН 61	37,68	38,06	36,63	37,45	39,93	41,60	39,24	40,26
7	Вермистим Д	ВВСН 61	33,72	37,40	35,76	35,63	40,53	44,07	43,35	42,65
8	Стимуляте	ВВСН 61	37,86	38,32	38,25	38,14	44,06	41,72	41,35	42,38
			34,66	36,57	35,37	35,53	40,03	41,49	41,07	40,86
9	Контроль		29,84	30,53	29,71	30,02	32,26	36,65	36,14	35,02
10	Альбіт ТПС	ВВСН 69	28,78	30,80	29,69	29,76	35,61	37,91	37,10	36,87
11	Ікс-сайт	ВВСН 69	27,65	30,30	30,22	29,39	35,67	44,88	40,75	40,43
12	Атонік Плюс	ВВСН 69	29,74	30,59	30,09	30,14	37,27	38,03	37,06	37,45
13	Мегафол	ВВСН 69	28,65	30,98	29,69	29,77	40,47	43,42	42,23	42,04
14	Біофордж	ВВСН 69	26,84	30,85	29,57	29,09	33,39	39,26	36,96	36,54
15	Вермистим Д	ВВСН 69	28,29	30,74	29,70	29,58	39,70	42,61	40,81	41,04
16	Стимуляте	ВВСН 69	27,17	30,50	29,10	28,92	38,57	42,48	40,51	40,52
			28,37	30,66	29,72	29,58	36,62	40,66	38,95	38,74
17	Контроль		29,84	30,53	30,27	30,21	32,49	36,68	36,19	35,12
18	Альбіт ТПС	ВВСН 61+69	35,40	33,45	34,54	34,47	37,12	39,46	39,36	38,65
19	Ікс-сайт	ВВСН 61+69	36,24	38,05	37,26	37,18	40,93	46,93	42,06	43,30
20	Атонік Плюс	ВВСН 61+69	34,53	37,59	36,91	36,34	44,82	41,06	47,50	44,46
21	Мегафол	ВВСН 61+69	33,96	42,28	37,86	38,03	41,65	45,09	44,30	43,68
22	Біофордж	ВВСН 61+69	37,68	38,75	36,63	37,69	39,93	42,36	39,24	40,51
23	Вермистим Д	ВВСН 61+69	34,38	37,40	36,44	36,07	41,33	44,07	44,17	43,19
24	Стимуляте	ВВСН 61+69	38,54	39,07	39,00	38,87	44,86	42,54	42,17	43,19
			35,82	38,08	36,95	36,95	41,52	43,07	42,68	42,42

Додаток Ж. 6

Результати дисперсійного аналізу площі листкової поверхні рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (кінець цвітіння)

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	81973,4			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця
La	Lb	2017	2018	2019			до контролю
1	1	29,28	31,68	29,71	90,7	30,2	-
	2	34,07	32,21	33,28	99,6	33,2	3,0
	3	34,9	38,05	36,57	109,5	36,5	6,3
	4	35,83	36,92	35,57	108,3	36,1	5,9
	5	33,96	39,93	37,16	111,1	37,0	6,8
	6	37,68	38,06	36,63	112,4	37,5	7,2
	7	33,72	37,4	35,76	106,9	35,6	5,4
	8	37,86	38,32	38,25	114,4	38,1	7,9
2	1	29,84	30,53	29,71	90,1	30,0	-
	2	28,78	30,8	29,69	89,3	29,8	-0,3
	3	27,65	30,3	30,22	88,2	29,4	-0,6
	4	29,74	30,59	30,09	90,4	30,1	0,1
	5	28,65	30,98	29,69	89,3	29,8	-0,3
	6	26,84	30,85	29,57	87,3	29,1	-0,9
	7	28,29	30,74	29,7	88,7	29,6	-0,5
	8	27,17	30,5	29,1	86,8	28,9	-1,1
3	1	29,84	30,53	30,27	90,6	30,2	-
	2	35,4	33,45	34,54	103,4	34,5	4,3
	3	36,24	38,05	37,26	111,6	37,2	7,0
	4	34,53	37,59	36,91	109,0	36,3	6,1
	5	33,96	42,28	37,86	114,1	38,0	7,8
	6	37,68	38,75	36,63	113,1	37,7	7,5
	7	34,38	37,4	36,44	108,2	36,1	5,9
	8	38,54	39,07	39	116,6	38,9	8,7
	Сума	784,8	835,0	809,6	2429,4	33,7	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		
					F _ф	F ₀₅	
Фактор А				Фактор В		Регулятори росту	
СТРОКИ		1	2	3	4	5	6
61		30,2	33,2	36,5	36,1	37,0	37,5
69		30,0	29,8	29,4	30,1	29,8	29,1
61+69		30,2	34,5	37,2	36,3	38,0	37,7
Середнє фактора В		30,1	31,5	32,9	33,1	33,4	33,3
Різниця		-	1,3	2,8	3,0	3,3	3,1
HCP _{05 AB}		1,91	A	0,68	B	1,10	t ₀₅
Точність дослід, %		2,0%					

Додаток Ж. 7

Результати дисперсійного аналізу формування площі листової поверхні рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією (налив зерна)

3	8	3	72	117353			
Варіант	Повторення, Р				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	32,45	36,65	36,18	105,3	35,1	-
	2	35,72	38	37,93	111,7	37,2	2,1
	3	39,42	46,93	41,28	127,6	42,5	7,5
	4	46,51	40,33	45,77	132,6	44,2	9,1
	5	41,65	42,59	43,48	127,7	42,6	7,5
	6	39,93	41,6	39,24	120,8	40,3	5,2
	7	40,53	44,07	43,35	128,0	42,7	7,6
	8	44,06	41,72	41,35	127,1	42,4	7,3
2	1	32,26	36,65	36,14	105,1	35,0	-
	2	35,61	37,91	37,1	110,6	36,9	1,9
	3	35,67	44,88	40,75	121,3	40,4	5,4
	4	37,27	38,03	37,06	112,4	37,5	2,4
	5	40,47	43,42	42,23	126,1	42,0	7,0
	6	33,39	39,26	36,96	109,6	36,5	1,5
	7	39,7	42,61	40,81	123,1	41,0	6,0
	8	38,57	42,48	40,51	121,6	40,5	5,5
3	1	32,49	36,68	36,19	105,4	35,1	-
	2	37,12	39,46	39,36	115,9	38,6	3,5
	3	40,93	46,93	42,06	129,9	43,3	8,2
	4	44,82	41,06	47,5	133,4	44,5	9,3
	5	41,65	45,09	44,3	131,0	43,7	8,6
	6	39,93	42,36	39,24	121,5	40,5	5,4
	7	41,33	44,07	44,17	129,6	43,2	8,1
	8	44,86	42,54	42,17	129,6	43,2	8,1
	Сума	936,3	995,3	975,1	2906,8	40,4	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія			Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
						F _ф	F ₀₅
Фактор А					Фактор В	Регулятори росту	
СТРОКИ	1	2	2	3	4	5	6
61	35,1	37,2	37,2	42,5	44,2	42,6	40,3
69	35,0	36,9	36,9	40,4	37,5	42,0	36,5
61+69	35,1	38,6	38,6	43,3	44,5	43,7	40,5
Середнє фактора В	35,1	37,0	37,0	41,5	40,8	42,3	38,4
	Різниця	-	2,0	6,4	5,8	7,3	3,3
<i>HCP₀₅ AB</i>	3,22	<i>A</i>	1,14	<i>B</i>	1,86	t ₀₅	2,01
<i>Точність дослід, %</i>			2,8%				

Додаток II. 1

Кількість бобів та маса насіння сої за застосування обробки рослин регуляторами росту з антистресовою дією

№	Варіант	Час внесення	Кількість бобів на рослині, шт				Маса насіння з однієї рослини, г			
			2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
1	Контроль		12,16	15,10	13,82	13,70	4,02	4,48	4,37	4,29
2	Альбіт ТПС	ВВСН 61	12,14	15,63	14,08	13,95	4,42	4,6	4,52	4,51
3	Ікс-сайт	ВВСН 61	13,23	16,44	14,77	14,81	4,63	5,17	4,93	4,91
4	Атонік Плюс	ВВСН 61	13,37	16,42	15,31	15,03	4,99	5,33	5,42	5,25
5	Мегафол	ВВСН 61	13,97	16,97	15,54	15,50	5,13	5,15	5,22	5,17
6	Біофордж	ВВСН 61	13,78	15,63	15,49	14,97	4,3	5,05	4,68	4,68
7	Вермистим Д	ВВСН 61	12,97	16,65	15,15	14,92	4,99	4,88	5,14	5,00
8	Стимуляте	ВВСН 61	13,59	17,02	15,59	15,40	4,91	5,03	4,92	4,95
			13,15	16,23	14,97	14,78	4,67	4,96	4,90	4,85
9	Контроль		10,50	13,18	12,80	12,16	3,98	4,46	4,35	4,26
10	Альбіт ТПС	ВВСН 69	10,98	13,18	12,92	12,36	4,37	4,63	4,44	4,48
11	Ікс-сайт	ВВСН 69	11,42	14,63	13,93	13,33	4,37	5,23	4,85	4,82
12	Атонік Плюс	ВВСН 69	11,62	14,59	13,92	13,37	4,59	4,69	4,4	4,56
13	Мегафол	ВВСН 69	11,69	14,69	14,26	13,55	5	5,28	5,03	5,10
14	Біофордж	ВВСН 69	11,79	14,49	14,21	13,50	4,08	4,78	4,41	4,42
15	Вермистим Д	ВВСН 69	11,19	14,33	13,65	13,06	4,91	4,91	4,86	4,89
16	Стимуляте	ВВСН 69	12,30	14,73	14,30	13,78	4,67	5,18	4,81	4,89
			11,44	14,23	13,75	13,14	4,57	4,96	4,69	4,74
17	Контроль		12,73	15,69	14,36	14,26	4,13	4,46	4,35	4,31
18	Альбіт ТПС	ВВСН 61+69	12,72	16,22	14,63	14,52	4,51	4,75	4,71	4,66
19	Ікс-сайт	ВВСН 61+69	14,07	17,34	15,60	15,67	4,98	5,09	5,01	5,03
20	Атонік Плюс	ВВСН 61+69	14,19	17,09	15,94	15,74	4,86	5,41	5,6	5,29
21	Мегафол	ВВСН 61+69	14,83	17,90	16,40	16,38	4,97	5,34	5,23	5,18
22	Біофордж	ВВСН 61+69	14,64	16,55	16,34	15,84	4,85	5,01	4,62	4,83
23	Вермистим Д	ВВСН 61+69	13,79	17,54	15,97	15,77	4,63	4,78	4,74	4,72
24	Стимуляте	ВВСН 61+69	14,44	17,95	16,45	16,28	4,97	5,02	4,97	4,99
			14,10	17,23	15,90	15,74	4,64	4,95	4,82	4,87

ДОДАТОК II. 2
Кількість насіння та маса 1000 насінин сої за застосування обробки рослин регуляторами росту
з антистрессовою дією

№	Варіант	Час внесення	Маса 1000 шт., г				Кількість насіння, шт.			
			2017	2018	2019	середнє	2017	2018	2019	середнє
1	Контроль		154,95	178,30	173,56	168,93	25,92	25,11	25,15	25,39
2	Альбіт ТПС	ВВСН 61	155,10	181,74	176,04	170,96	28,48	25,31	25,66	26,48
3	Ікс-сайт	ВВСН 61	153,63	181,84	171,42	168,97	30,16	28,44	28,74	29,12
4	Атонік Плюс	ВВСН 61	161,12	186,24	186,93	178,10	30,98	28,62	28,99	29,53
5	Мегафол	ВВСН 61	161,10	178,50	180,94	173,51	31,82	28,87	28,86	29,85
6	Біофордж	ВВСН 61	150,54	174,35	175,82	166,90	28,57	28,94	26,62	28,04
7	Вермистим Д	ВВСН 61	161,41	180,56	178,20	173,39	30,89	27,05	28,86	28,93
8	Стимуляте	ВВСН 61	154,28	178,50	177,02	169,93	31,81	28,17	27,80	29,26
			156,52	180,00	177,49	171,34	29,83	27,56	27,59	28,33
9	Контроль		156,96	185,13	178,08	173,39	25,34	24,08	24,43	24,62
10	Альбіт ТПС	ВВСН 69	163,10	193,00	181,15	179,08	26,80	24,00	24,50	25,10
11	Ікс-сайт	ВВСН 69	155,50	186,10	181,42	174,34	28,11	28,10	26,73	27,65
12	Атонік Плюс	ВВСН 69	163,55	186,54	187,42	179,17	28,04	25,16	23,48	25,56
13	Мегафол	ВВСН 69	164,41	186,10	182,31	177,61	30,41	28,39	27,60	28,80
14	Біофордж	ВВСН 69	155,31	181,60	176,34	171,08	26,26	26,34	25,04	25,88
15	Вермистим Д	ВВСН 69	175,00	182,71	182,41	180,04	28,08	26,85	26,65	27,19
16	Стимуляте	ВВСН 69	171,99	190,13	182,04	181,39	27,14	27,26	26,43	26,94
			163,23	186,41	181,40	177,01	27,52	26,27	25,61	26,47
17	Контроль		171,50	188,62	183,54	181,22	24,06	23,63	23,69	23,79
18	Альбіт ТПС	ВВСН 61+69	178,90	191,51	184,45	184,95	25,20	24,79	25,52	25,17
19	Ікс-сайт	ВВСН 61+69	171,60	186,87	181,66	180,05	29,01	27,21	27,55	27,93
20	Атонік Плюс	ВВСН 61+69	171,89	189,88	188,80	183,52	28,27	28,48	29,67	28,81
21	Мегафол	ВВСН 61+69	170,46	195,15	188,49	184,70	29,17	27,38	27,77	28,11
22	Біофордж	ВВСН 61+69	167,38	189,31	186,88	181,19	28,99	26,46	24,74	26,73
23	Вермистим Д	ВВСН 61+69	168,57	192,88	189,77	183,74	27,48	24,76	24,98	25,74
24	Стимуляте	ВВСН 61+69	171,60	192,74	188,49	184,28	28,93	26,03	26,39	27,12
			171,48	191,19	186,93	183,20	28,36	26,66	26,50	26,67

Додаток И. 3

Результати дисперсійного аналізу кількості бобів на рослинах сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	15123,5			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	12,16	15,1	13,82	41,1	13,7	-
	2	12,14	15,63	14,08	41,9	14,0	0,3
	3	13,23	16,44	14,77	44,4	14,8	1,1
	4	13,37	16,42	15,31	45,1	15,0	1,3
	5	13,97	16,97	15,54	46,5	15,5	1,8
	6	13,78	15,63	15,49	44,9	15,0	1,3
	7	12,97	16,65	15,15	44,8	14,9	1,2
	8	13,59	17,02	15,59	46,2	15,4	1,7
2	1	10,5	13,18	12,8	36,5	12,2	-
	2	10,98	13,18	12,92	37,1	12,4	0,2
	3	11,42	14,63	13,93	40,0	13,3	1,2
	4	11,62	14,59	13,92	40,1	13,4	1,2
	5	11,69	14,69	14,26	40,6	13,5	1,4
	6	11,79	14,49	14,21	40,5	13,5	1,3
	7	11,19	14,33	13,65	39,2	13,1	0,9
	8	12,3	14,73	14,3	41,3	13,8	1,6
3	1	12,73	15,69	14,36	42,8	14,3	-
	2	12,72	16,22	14,63	43,6	14,5	0,3
	3	14,07	17,34	15,6	47,0	15,7	1,4
	4	14,19	17,09	15,94	47,2	15,7	1,5
	5	14,83	17,9	16,4	49,1	16,4	2,1
	6	14,64	16,55	16,34	47,5	15,8	1,6
	7	13,79	17,54	15,97	47,3	15,8	1,5
	8	14,44	17,95	16,45	48,8	16,3	2,0
Сума		308,1	380,0	355,4	1043,5	14,5	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		
					F _ф	F ₀₅	
Фактор А			Фактор В			Регулятори росту	
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		13,7	14,0	14,8	15,0	15,5	15,0
69		12,2	12,4	13,3	13,4	13,5	13,5
61+69		14,3	14,5	15,7	15,7	16,4	15,8
Середнє фактора В		12,9	13,2	14,1	14,2	14,5	14,2
Різниця		-	0,2	1,1	1,3	1,6	1,3
НСР _{05 АВ}		0,55	A	0,19	B	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %			1,3%				

Додаток И. 4

Результати дисперсійного аналізу маси насіння з рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	1658,4			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	4,02	4,48	4,37	12,9	4,3	-
	2	4,42	4,6	4,52	13,5	4,5	0,2
	3	4,63	5,17	4,93	14,7	4,9	0,6
	4	4,99	5,33	5,42	15,7	5,2	1,0
	5	5,13	5,15	5,22	15,5	5,2	0,9
	6	4,3	5,05	4,68	14,0	4,7	0,4
	7	4,99	4,88	5,14	15,0	5,0	0,7
	8	4,91	5,03	4,92	14,9	5,0	0,7
2	1	3,98	4,46	4,35	12,8	4,3	-
	2	4,37	4,63	4,44	13,4	4,5	0,2
	3	4,37	5,23	4,85	14,5	4,8	0,6
	4	4,59	4,69	4,4	13,7	4,6	0,3
	5	5	5,28	5,03	15,3	5,1	0,8
	6	4,08	4,78	4,41	13,3	4,4	0,2
	7	4,91	4,91	4,86	14,7	4,9	0,6
	8	4,67	5,18	4,81	14,7	4,9	0,6
3	1	4,13	4,46	4,35	12,9	4,3	-
	2	4,51	4,75	4,71	14,0	4,7	0,3
	3	4,98	5,09	5,01	15,1	5,0	0,7
	4	4,86	5,41	5,6	15,9	5,3	1,0
	5	4,97	5,34	5,23	15,5	5,2	0,9
	6	4,85	5,01	4,62	14,5	4,8	0,5
	7	4,63	4,78	4,74	14,2	4,7	0,4
	8	4,97	5,02	4,97	15,0	5,0	0,7
Сума		111,3	118,7	115,6	345,6	4,8	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія			Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
						F _φ	F ₀₅
Фактор А			Фактор В				Регулятори росту
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		4,3	4,5	4,9	5,2	5,2	4,7
69		4,3	4,5	4,8	4,6	5,1	4,4
61+69		4,3	4,7	5,0	5,3	5,2	4,8
Середнє фактора В		4,3	4,5	4,9	4,9	5,1	4,6
Різниця		-	0,2	0,6	0,6	0,9	0,3
НСР ₀₅ АВ		0,26	A	B	0,15	t ₀₅	2,01
Точність дослідю, %			1,9%				

Додаток И. 5

Результати дисперсійного аналізу кількості зерен з рослин сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	53094,54			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	25,92	25,11	25,15	76,2	25,4	-
	2	28,48	25,31	25,66	79,5	26,5	1,1
	3	30,16	28,44	28,74	87,3	29,1	3,7
	4	30,98	28,62	28,99	88,6	29,5	4,1
	5	31,82	28,87	28,86	89,6	29,9	4,5
	6	28,57	28,94	26,62	84,1	28,0	2,7
	7	30,89	27,05	28,86	86,8	28,9	3,5
	8	31,81	28,17	27,8	87,8	29,3	3,9
2	1	25,34	24,08	24,43	73,9	24,6	-
	2	26,8	24	24,5	75,3	25,1	0,5
	3	28,11	28,1	26,73	82,9	27,6	3,0
	4	28,04	25,16	23,48	76,7	25,6	0,9
	5	30,41	28,39	27,6	86,4	28,8	4,2
	6	26,26	26,34	25,04	77,6	25,9	1,3
	7	28,08	26,85	26,65	81,6	27,2	2,6
	8	27,14	27,26	26,43	80,8	26,9	2,3
3	1	24,06	23,63	23,69	71,4	23,8	-
	2	25,2	24,79	25,52	75,5	25,2	1,4
	3	29,01	27,21	27,55	83,8	27,9	4,1
	4	28,27	28,48	29,67	86,4	28,8	5,0
	5	29,17	27,38	27,77	84,3	28,1	4,3
	6	28,99	26,46	24,74	80,2	26,7	2,9
	7	27,48	24,76	24,98	77,2	25,7	1,9
	8	28,93	26,03	26,39	81,4	27,1	3,3
	Сума	679,9	639,4	635,9	1955,2	27,2	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія			Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
						F _ф	F ₀₅
Фактор А			Фактор В			Регулятори росту	
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		25,4	26,5	29,1	29,5	29,9	28,0
69		24,6	25,1	27,6	25,6	28,8	25,9
61+69		23,8	25,2	27,9	28,8	28,1	26,7
Середнє фактора В		25,0	25,8	28,4	27,5	29,3	27,0
Різниця		-	0,8	3,4	2,5	4,3	2,0
НСР _{05 АВ}		1,44	А	0,51	В	0,83	t ₀₅
Точність дослідю, %			1,9%				

Додаток И. 6
Результати дисперсійного аналізу маси 1000 шт. зерен сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	2258284			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	154,95	178,3	173,56	506,8	168,9	-
	2	155,1	181,74	176,04	512,9	171,0	2,0
	3	153,63	181,84	171,42	506,9	169,0	0,0
	4	161,12	186,24	186,93	534,3	178,1	9,2
	5	161,1	178,5	180,94	520,5	173,5	4,6
	6	150,54	174,35	175,82	500,7	166,9	-2,0
	7	161,41	180,56	178,2	520,2	173,4	4,5
	8	154,28	178,5	177,02	509,8	169,9	1,0
2	1	156,96	185,13	178,08	520,2	173,4	-
	2	163,1	193	181,15	537,3	179,1	5,7
	3	155,5	186,1	181,42	523,0	174,3	0,9
	4	163,55	186,54	187,42	537,5	179,2	5,8
	5	164,41	186,1	182,31	532,8	177,6	4,2
	6	155,31	181,6	176,34	513,3	171,1	-2,3
	7	175	182,71	182,41	540,1	180,0	6,6
	8	171,99	190,13	182,04	544,2	181,4	8,0
3	1	171,5	188,62	183,54	543,7	181,2	-
	2	178,9	191,51	184,45	554,9	185,0	3,7
	3	171,6	186,87	181,66	540,1	180,0	-1,2
	4	171,89	189,88	188,8	550,6	183,5	2,3
	5	170,46	195,15	188,49	554,1	184,7	3,5
	6	167,38	189,31	186,88	543,6	181,2	0,0
	7	168,57	192,88	189,77	551,2	183,7	2,5
	8	171,6	192,74	188,49	552,8	184,3	3,1
	Сума	3929,9	4458,3	4363,2	12751,3	177,1	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		
					F _ф	F ₀₅	
Фактор А			Фактор В			Регулятори росту	
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		168,9	171,0	169,0	178,1	173,5	166,9
69		173,4	179,1	174,3	179,2	177,6	171,1
61+69		181,2	185,0	180,0	183,5	184,7	181,2
Середнє фактора В		171,2	175,0	171,7	178,6	175,6	169,0
Різниця		-	3,9	0,5	7,5	4,4	-2,2
НСР ₀₅ АВ		5,81	A	2,05	B	t ₀₅	2,01
Точність дослідю, %			1,2%				

Додаток И. 7

Результати дисперсійного аналізу врожайності зерна сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	604,7083			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	2,4	2,71	2,68	7,8	2,60	-
	2	2,65	2,81	2,81	8,3	2,76	0,16
	3	2,78	3,15	3,06	9,0	3,00	0,40
	4	3	3,28	3,39	9,7	3,22	0,63
	5	3,09	3,15	3,22	9,5	3,15	0,56
	6	2,58	3,08	2,91	8,6	2,86	0,26
	7	3	3,13	3,21	9,3	3,11	0,52
	8	2,98	3,09	3,06	9,1	3,04	0,45
2	1	2,39	2,71	2,68	7,8	2,59	-
	2	2,64	2,81	2,75	8,2	2,73	0,14
	3	2,64	3,23	3,02	8,9	2,96	0,37
	4	2,76	2,9	2,75	8,4	2,80	0,21
	5	3	3,22	3,13	9,4	3,12	0,52
	6	2,47	2,91	2,74	8,1	2,71	0,11
	7	2,94	3	3,02	9,0	2,99	0,39
	8	2,86	3,15	3	9,0	3,00	0,41
3	1	2,39	2,71	2,68	7,8	2,59	-
	2	2,64	2,81	2,75	8,2	2,73	0,14
	3	2,64	3,23	3,02	8,9	2,96	0,37
	4	2,76	2,9	2,75	8,4	2,80	0,21
	5	3	3,22	3,13	9,4	3,12	0,52
	6	2,47	2,91	2,74	8,1	2,71	0,11
	7	2,94	3	3,02	9,0	2,99	0,39
	8	2,86	3,15	3	9,0	3,00	0,41
Сума		65,9	72,3	70,5	208,7	2,90	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій			
					F _ф	F ₀₅		
Фактор А				Фактор В		Регулятори росту		
Строк застосування		1	2	3	4	5	6	
61		2,6	2,8	3,0	3,2	3,15	2,86	
69		2,6	2,7	3,0	2,8	3,12	2,71	
61+69		2,6	2,7	3,0	2,8	3,12	2,71	
Середнє фактора В		2,6	2,7	3,0	3,0	3,14	2,78	
Різниця		-	0,2	0,4	0,4	0,54	0,19	
HCP _{05 AB}		0,15	A	0,05	B	0,08	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %		1,8%						

Додаток И. 8

Результати дисперсійного аналізу вмісту білка в зерні сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	94483,49			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	35,77	35,01	37,65	108,4	36,14	-
	2	35,72	34,97	37,6	108,3	36,10	-0,05
	3	37,05	35,1	39	111,2	37,05	0,91
	4	36,46	37,23	38,38	112,1	37,36	1,21
	5	35	33,16	36,84	105,0	35,00	-1,14
	6	35,3	33,44	37,16	105,9	35,30	-0,84
	7	35,63	33,75	37,5	106,9	35,63	-0,52
	8	35,16	33,31	37,01	105,5	35,16	-0,98
2	1	35,63	34,88	37,51	108,0	36,01	-
	2	35,55	34,8	37,42	107,8	35,92	-0,08
	3	37,45	36,66	39,42	113,5	37,84	1,84
	4	35,3	36,79	37,16	109,3	36,42	0,41
	5	37,32	36,53	39,28	113,1	37,71	1,70
	6	35,15	34,41	37	106,6	35,52	-0,49
	7	34,96	34,22	36,8	106,0	35,33	-0,68
	8	34,99	34,25	36,83	106,1	35,36	-0,65
3	1	35,67	35,67	37,55	108,9	36,30	-
	2	35,62	35,62	37,49	108,7	36,24	-0,05
	3	34,63	34,63	36,45	105,7	35,24	-1,06
	4	36,96	36,96	38,9	112,8	37,61	1,31
	5	36,99	36,99	38,94	112,9	37,64	1,34
	6	35,42	35,42	37,28	108,1	36,04	-0,26
	7	35,63	35,63	37,5	108,8	36,25	-0,04
	8	35,63	35,63	37,5	108,8	36,25	-0,04
Сума		859,0	845,1	904,2	2608,2	36,23	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		
					F _ф	F ₀₅	
Фактор А				Фактор В		Регулятори росту	
Строк застосування		1	2	3	4	5	6
61		36,1	36,1	37,1	37,4	35,00	35,30
69		36,0	35,9	37,8	36,4	37,71	35,52
61+69		36,3	36,2	35,2	37,6	37,64	36,04
Середнє фактора В		36,1	36,0	37,4	36,9	36,36	35,41
Різниця		-	-0,1	1,4	0,8	0,28	-0,67
HCP _{05 AB}		0,83	A	0,29	B	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %			0,8%				

Додаток И. 9

Результати дисперсійного аналізу вмісту білка в зерні сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	604,7083			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	2,4	2,71	2,68	7,8	2,60	-
	2	2,65	2,81	2,81	8,3	2,76	0,16
	3	2,78	3,15	3,06	9,0	3,00	0,40
	4	3	3,28	3,39	9,7	3,22	0,63
	5	3,09	3,15	3,22	9,5	3,15	0,56
	6	2,58	3,08	2,91	8,6	2,86	0,26
	7	3	3,13	3,21	9,3	3,11	0,52
	8	2,98	3,09	3,06	9,1	3,04	0,45
2	1	2,39	2,71	2,68	7,8	2,59	-
	2	2,64	2,81	2,75	8,2	2,73	0,14
	3	2,64	3,23	3,02	8,9	2,96	0,37
	4	2,76	2,9	2,75	8,4	2,80	0,21
	5	3	3,22	3,13	9,4	3,12	0,52
	6	2,47	2,91	2,74	8,1	2,71	0,11
	7	2,94	3	3,02	9,0	2,99	0,39
	8	2,86	3,15	3	9,0	3,00	0,41
3	1	2,39	2,71	2,68	7,8	2,59	-
	2	2,64	2,81	2,75	8,2	2,73	0,14
	3	2,64	3,23	3,02	8,9	2,96	0,37
	4	2,76	2,9	2,75	8,4	2,80	0,21
	5	3	3,22	3,13	9,4	3,12	0,52
	6	2,47	2,91	2,74	8,1	2,71	0,11
	7	2,94	3	3,02	9,0	2,99	0,39
	8	2,86	3,15	3	9,0	3,00	0,41
Сума		65,9	72,3	70,5	208,7	2,90	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій			
					F _ф	F ₀₅		
Фактор А				Фактор В		Регулятори росту		
Строк застосування		1	2	3	4	5	6	
61		2,6	2,8	3,0	3,2	3,15	2,86	
69		2,6	2,7	3,0	2,8	3,12	2,71	
61+69		2,6	2,7	3,0	2,8	3,12	2,71	
Середнє фактора В		2,6	2,7	3,0	3,0	3,14	2,78	
Різниця		-	0,2	0,4	0,4	0,54	0,19	
HCP _{05 AB}		0,15	A	0,05	B	0,08	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %		1,8%						

Додаток И. 10

Результати дисперсійного аналізу вмісту олії в зерні сої за застосування обробки регуляторами росту з антистресовою дією

La	Lb	P	N	K			
3	8	3	72	30039,05			
Варіант	Повторення, P				Сума	Середнє	Різниця до контролю
La	Lb	2017	2018	2019			
1	1	20,06	21,56	18,75	60,4	20,12	-
	2	19,74	21,22	18,45	59,4	19,80	-0,32
	3	19,84	21,32	18,54	59,7	19,90	-0,22
	4	19,3	20,75	18,04	58,1	19,36	-0,76
	5	20,24	21,76	18,92	60,9	20,31	0,18
	6	20,5	22,03	19,16	61,7	20,56	0,44
	7	20,59	22,13	19,24	62,0	20,65	0,53
	8	20,44	21,97	19,1	61,5	20,50	0,38
2	1	20,12	21,62	18,8	60,5	20,18	-
	2	20,27	21,78	18,94	61,0	20,33	0,15
	3	20,77	22,32	19,41	62,5	20,83	0,65
	4	21,2	22,83	20,38	64,4	21,47	1,29
	5	20,12	21,62	18,8	60,5	20,18	0,00
	6	20,85	22,41	19,49	62,8	20,92	0,74
	7	20,37	21,9	19,04	61,3	20,44	0,26
	8	20,62	22,16	19,27	62,1	20,68	0,50
3	1	20,11	21,61	18,79	60,5	20,17	-
	2	20,37	21,9	19,04	61,3	20,44	0,27
	3	19,93	21,42	18,63	60,0	19,99	-0,18
	4	21,1	22,68	19,72	63,5	21,17	1,00
	5	21,26	22,85	19,87	64,0	21,33	1,16
	6	20,28	21,79	18,95	61,0	20,34	0,17
	7	20,48	22,01	19,14	61,6	20,54	0,37
	8	19,93	21,42	18,63	60,0	19,99	-0,18
	Сума	488,5	525,1	457,1	1470,7	20,43	

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій			
					F _φ	F ₀₅		
Фактор А				Фактор В		Регулятори росту		
Строк застосування		1	2	3	4	5	6	
61		20,1	19,8	19,9	19,4	20,31	20,56	
69		20,2	20,3	20,8	21,5	20,18	20,92	
61+69		20,2	20,4	20,0	21,2	21,33	20,34	
Середнє фактора В		20,2	20,1	20,4	20,4	20,24	20,74	
Різниця		-	-0,1	0,2	0,3	0,09	0,59	
НСР _{05 АВ}		0,10	А	0,04	В	0,06	t ₀₅	2,01
Точність дослід, %			0,2%					

Додаток К. 1
Економічна ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

№ пп.	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61)												
сорт Хуторянка												
Контроль	26	367,8	2400	4065	3032	2847	3178	15890	19240	611,14	3350	21
Альбіт ТПС	27,6	380,0	2400	4065	3136	2885	3217	16083	20424	582,70	4341	27
Ікс-сайт	30	398,3	2400	4065	4072	2942	3469	17347	22200	578,23	4853	28
Атонік Плюс	32,2	415,1	2400	4065	3578	2995	3363	16816	23828	522,24	7012	42
Мегафол	31,5	409,8	2400	4065	3389	2978	3310	16552	23310	525,47	6758	41
Біофордж	28,6	387,6	2400	4065	4500	2909	3565	17827	21164	623,32	3337	19
Вермистим Д	31,1	406,7	2400	4065	3572	2968	3353	16765	23014	539,08	6249	37
Стимуляте	30,4	401,4	2400	4065	3956	2952	3444	17218	22496	566,37	5278	31

Додаток К. 2
Економічна ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

№ пп.	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 69)												
сорт Хуторянка												
Контроль	25,9	367,0	2400	4065	3032	2845	3177	15886	19166	613,35	3280	21
Альбіт ТПС	27,3	377,7	2400	4065	3136	2878	3214	16071	20202	588,67	4131	26
Ікс-сайт	29,6	395,3	2400	4065	4072	2933	3466	17331	21904	585,51	4573	26
Атонік Плюс	28	383,0	2400	4065	3578	2895	3330	16651	20720	594,67	4069	24
Мегафол	31,2	407,5	2400	4065	3389	2971	3308	16540	23088	530,14	6548	40
Біофордж	27,1	376,2	2400	4065	4500	2873	3554	17768	20054	655,64	2286	13
Вермистим Д	29,9	397,5	2400	4065	3572	2940	3344	16718	22126	559,13	5408	32
Стимуляте	30	398,3	2400	4065	3956	2942	3440	17202	22200	573,40	4998	29

Додаток К. 3
Економічна ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

№ пп.	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61+69)												
сорт Хуторянка												
Контроль	26	367,8	2400	4065	3032	2847	3178	15890	19240	611,14	3350	21
Альбіт ТПС	28,6	387,6	2400	4065	3240	2909	3250	16252	21164	568,25	4912	30
Ікс-сайт	31,7	411,3	2400	4065	5112	2983	3743	18714	23458	590,34	4744	25
Атонік Плюс	33,2	422,7	2400	4065	4123	3019	3507	17537	24568	528,21	7031	40
Мегафол	32,4	416,6	2400	4065	3746	2999	3407	17034	23976	525,74	6942	41
Біофордж	30	398,3	2400	4065	5967	2942	3943	19716	22200	657,19	2484	13
Вермистим Д	31,5	409,8	2400	4065	4112	2978	3491	17456	23310	554,16	5854	34
Стимуляте	32	413,6	2400	4065	4880	2990	3687	18436	23680	576,11	5244	28

Додаток Л. 1
Енергетична ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

Структура витрат,%, соя								Енергетика, соя									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61)								урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61)									
сорт Хуторянка								сорт Хуторянка									
Контроль	2,31	15,10	25,58	19,08	17,92	20,00	100,00	1550	4560	1815	2188	2123	1690	13926	45994	536	3,30
Альбіт ТПС	2,36	14,92	25,28	19,50	17,94	20,00	100,00	1645	4560	2021	2242	2123	1794	14385	48824	521	3,39
Ікс-сайт	2,30	13,84	23,43	23,47	16,96	20,00	100,00	1788	4560	2310	2323	2123	1950	15054	53070	502	3,53
Атонік Плюс	2,47	14,27	24,17	21,28	17,81	20,00	100,00	1919	4560	2053	2397	2123	2093	15145	56962	470	3,76
Мегафол	2,48	14,50	24,56	20,47	17,99	20,00	100,00	1877	4560	2211	2374	2123	2048	15193	55724	482	3,67
Біофордж	2,17	13,46	22,80	25,24	16,32	20,00	100,00	1705	4560	2310	2276	2123	1859	14833	50593	519	3,41
Вермистим Д	2,43	14,32	24,25	21,31	17,71	20,00	100,00	1854	4560	3201	2360	2123	2022	16119	55016	518	3,41
Стимуляте	2,33	13,94	23,61	22,98	17,14	20,00	100,00	1812	4560	2162	2336	2123	1976	14969	53778	492	3,59

Додаток Л. 2
Енергетична ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

Структура витрат,%, соя								Енергетика, соя									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 69)								урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 69)									
сорт Хуторянка								сорт Хуторянка									
Контроль	2,31	15,11	25,59	19,09	17,91	20,00	100,00	1544	4560	1815	2185	2123	1684	13910	45817	537	3,29
Альбіт ТПС	2,35	14,93	25,29	19,51	17,91	20,00	100,00	1627	4560	2021	2232	2123	1775	14338	48294	525	3,37
Ікс-сайт	2,28	13,85	23,45	23,50	16,92	20,00	100,00	1764	4560	2310	2310	2123	1924	14991	52362	506	3,49
Атонік Плюс	2,30	14,41	24,41	21,49	17,38	20,00	100,00	1669	4560	2053	2256	2123	1820	14480	49532	517	3,42
Мегафол	2,46	14,51	24,58	20,49	17,96	20,00	100,00	1860	4560	2211	2363	2123	2028	15145	55193	485	3,64
Біофордж	2,12	13,51	22,88	25,33	16,17	20,00	100,00	1615	4560	2310	2225	2123	1762	14595	47940	539	3,28
Вермистим Д	2,38	14,36	24,32	21,37	17,59	20,00	100,00	1782	4560	3201	2320	2123	1944	15929	52893	533	3,32
Стимуляте	2,32	13,95	23,63	23,00	17,10	20,00	100,00	1788	4560	2162	2323	2123	1950	14906	53070	497	3,56

Додаток Л. 3
Енергетична ефективність вирощування сої сої залежно від фази внесення та
виду регуляторів росту з антистресовою дією

Структура витрат,%, соя								Енергетика, соя									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кее
урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61+69)								урожайність залежно від регуляторів росту (ВВСН 61+69)									
сорт Хуторянка								сорт Хуторянка									
Контроль	2,31	15,10	25,58	19,08	17,92	20,00	100,00	1550	4560	1815	2188	2123	1690	13926	45994	536	3,30
Альбіт ТПС	2,39	14,77	25,01	19,94	17,90	20,00	100,00	1705	4560	2029	2276	2123	1859	14551	50593	509	3,48
Ікс-сайт	2,20	12,82	21,72	27,32	15,94	20,00	100,00	1889	4560	2607	2380	2123	2061	15620	56077	493	3,59
Атонік Плюс	2,41	13,69	23,18	23,51	17,21	20,00	100,00	1979	4560	2092	2431	2123	2158	15343	58731	462	3,83
Мегафол	2,45	14,09	23,86	21,99	17,61	20,00	100,00	1931	4560	2409	2404	2123	2106	15533	57316	479	3,69
Біофордж	2,02	12,17	20,62	30,27	14,92	20,00	100,00	1788	4560	2607	2323	2123	1950	15351	53070	512	3,46
Вермистим Д	2,35	13,75	23,29	23,56	17,06	20,00	100,00	1877	4560	4389	2374	2123	2048	17371	55724	551	3,21
Стимуляте	2,24	13,02	22,05	26,47	16,22	20,00	100,00	1907	4560	2310	2390	2123	2080	15371	56608	480	3,68

Додаток М. 1

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

професор Ю. І. Данько

28 жовтня 2019 р.

Затверджую

Директор

ДП ДГ «Іскра» Інституту сільсько-
господарства північного сходу

НААН України Шафорост

Олександр Анатолійович



28 жовтня 2019 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: ДП ДГ «Іскра» Інституту сільсько-господарства північного сходу НААН України.

Керівник організації (директор): Шафорост Олександр Анатолійович.

Цим актом підтверджується, що результати за темою: «Ефективність застосування регуляторів росту на посівах сої»,

яка виконана аспіранткою кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського національного аграрного університету Романько Анастасії Юріївни.

впровадженні на землях ДП ДГ «Іскра» Інституту сільсько-господарства північного сходу НААН України, Сумська область, Роменський район, с. Кашипури, вул. Нова, буд. 6.

1. Вид впровадження результатів: Порівнювали вплив регулятора росту на економічну ефективність вирощування сої сорту Хуторяночка за застосування Атонік плюс (0,2 л/га) у 61+69 макростадіях за ВВСН. Встановлено врожайність сорту Хуторяночка (3,1 т/га) за внесення Атонік Плюс (0,2 л/га) на контролі (2,8 т/га).

2. Характеристика масштабу впровадження 30 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: вперше в умовах північно-східного Лісостепу України виявлено доцільність застосування регулятора росту з

RESTRICTED

Продовження Додатку М. 1

антистресовою дією Атонік Плюс (0,2 л/га) у 61+69 макростадіях за ВВСН на посівахсої.

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво ДП ДГ «Іскра» Інституту сільськогосподарства північного сходу НААН України, Сумська область, Роменський район, с. Кашири,

5. Річний економічний ефект:

Очікуваний чистий прибуток порівнянні з контролем – 800,0 грн./га.

фактичний чистий прибуток - за застосування Атонік Плюс (0,2 л/га) (1950 грн/га – 58,5 тис. грн. на 30 га) в порівнянні з контролем,

6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за застосування Атонік Плюс (39,5 %).

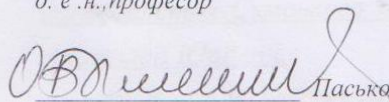
7. Соціально-науковий ефект: збільшення валового виробництва, економія ресурсів, підвищення ефективності виробництва.

Примітка:

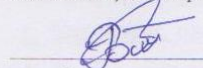
Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково дослідною частиною,
д. е. н., професор

 Пасько О. В.

Виконавець, аспірант


 Романько А. Ю.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Шеденко Т. О.

Відповідальний за впровадження,

 Шафорост О. А.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно-конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

RESTRICTED

Додаток М. 2

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

професор Ю. І. Данько



„25” вересня” 2020 р..

Затверджую

Директор

ФГ «Астера+»

Турчин Сергій Петрович



„25” вересня 2020 р.

АКТ впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: ФГ «Астера+».Керівник організації (директор): Турчин Сергій Петрович.Цим актом підтверджується, що результати за темою: «Ефективність застосування регуляторів росту на посівах сої».яка виконана аспіранткою кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського національного аграрного університету Романько Анастасією Юрїівною.впровадженні на землях ФГ «Астера+», Сумська обл., Роменський р-н, село Заруддя, вул. Центральна, будинок 14.1. Вид впровадження результатів: Визначення доцільності внесення регулятору росту Атонік плюс (0,2 л/га) на економічну ефективність вирощування сої за застосування у 61+69 макростадіях за ВВСН.Встановлено врожайність сої сорту Мерлін за внесення Атонік Плюс (3,34 т/га), Мегафолу (3,28 т/га) на контролі (3,05 т/га).2. Характеристика масштабу впровадження 50 га.3. Новизнанауково-дослідних робіт: вперше в умовах північно-східного Лісостепу України виявлено доцільність застосування регулятору росту Атонік Плюс (0,2 л/га) та Мегафол (1,0 л/га) у 61+69 макростадіях за ВВСН на посівах сої.4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво ФГ «Астера+», Сумська обл., Роменський р-н, село Заруддя.

Продовження Додатку М. 2

5. Річний економічний ефект:

Очікуваний чистий прибуток порівнянні з контролем – 750,0 грн./га.

фактичний чистий прибуток - за застосування Атонік Плюс (2050 грн/га),
Мегафол (1610 грн/га), відповідно – 102,5 та 80,5 тис. грн. на 50 га) в
порівнянні з контролем.

6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності за
застосування Атонік Плюс (37,7 %) та Мегафол (36,8 %).

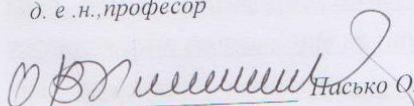
7. Соціально-науковий ефект: збільшення валового виробництва сировини,
створення робочих місць.

Примітка:

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково дослідною частиною,
д. е. н., професор

 Насько О. В.

Виконавець, аспірант

 Романько А. Ю.

Від підприємства:

Відповідальний за впровадження,

 Гурчин С. П.



Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно-конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

Додаток М. 3

Узгоджено

Проректор з наукової роботи
та економічних питань

д.с.н., професор Ю. І. Данько



„24” вересня” 2020 р..

Затверджую

Директор

СФГ "Перлина"

Рудь Сергій Віталійович



„24” вересня” 2020 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: СФГ "Перлина",

Керівник організації (директор): Рудь Сергій Віталійович,

Цим актом підтверджується, що результати за темою: «Визначення ефективності застосування регуляторів росту на посівах сої»,

яка виконана Романько Анастасією Юріївною аспіранткою кафедри садово-паркового та лісового господарства Сумського національного аграрного університету впровадженні на землях СФГ "Перлина", Полтавської обл., Лубенського р-н, с. Карпилівка, вул. Миру, буд. 2,

1. Вид впровадження результатів: Визначали вплив регулятору росту Мегафолу (1,0 л/га) на економічну ефективність вирощування сої сорту Лісабон.

Встановлено врожайність сорту Лісабон (3,38 т/га) за внесення Мегафолу (1,0 л/га) без застосування препарату (контроль) (3,15 т/га).

2. Характеристика масштабу впровадження 45 га.**3. Новизна науково-дослідних робіт:** вперше в умовах східного Лісостепу України (Лубенський район) виявлено доцільність застосування регулятору росту з антистресовою дією Мегафол (1,0 л/га) на посівах сої у 61+69 макростадіях за ВВСН.**4. Впроваджені:** у сільськогосподарське виробництво СФГ "Перлина", Полтавської обл., Лубенського р-н, с. Карпилівка, вул. Миру, буд. 2.

RESTRICTED

Продовження Додатку М. 3

5. Річний економічний ефект:

Очікуваний чистий прибуток в порівнянні з контролем – 900,0 грн./га.
 фактичний чистий прибуток - за застосування Мегафолу (1,0 л/га)
 (1470 грн/га – 66,15 тис. грн. на 45 га) в порівнянні з контролем.

6. Питома економічна ефективність впровадження: рівень рентабельності
 за застосування Мегафолу (41,2 %).

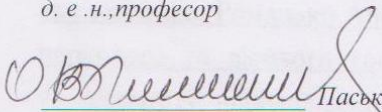
7. Соціально-науковий ефект: збільшення валового виробництва
 олієсировини, підвищення ефективності виробництва, збільшення
 зайнятості населення.

Примітка:

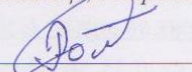
Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково дослідною частиною,
 д. е. н., професор

 Пасько О. В.

Виконавець, аспірант


 Романько А. Ю.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

 Рудь С. В.

Відповідальний за впровадження,

 Рудь С. В.



Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно-конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

RESTRICTED