

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

**ЛЕМЕШИК АННА ВІКТОРІВНА**

УДК: 633.34:631.5

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД**  
**АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО**  
**ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 «Агрономія»

(20 «Аграрні науки та продовольство»)

Подається на здобуття освітньо-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. В. Лемешик**

Науковий керівник **Новицька Наталія Валеріївна**,  
доктор сільськогосподарських наук, професор

КИЇВ – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Лемешик А.В.** ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія» (20 – Сільськогосподарські науки). – Київ, 2024.

Дисертаційна робота спрямована на оптимізацію агротехнічних заходів вирощування сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України, що дозволяє створити умови до гарної реалізації біологічного потенціалу культури, її урожайності економічної ефективності вирощування.

За тривалістю вегетаційного періоду встановлено, що в сорту сої Сірелія вона становила 105 діб, в Сайдіна – 122 доби, Вишиванка – 109 діб, а в сорту Жаклін – 98 діб. В міжфазний період початок утворення бобів – досягання усі досліджувані нами сорти сої проявляли чітку тенденцію до подовження тривалості вегетації по мірі збільшення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га.

За дефіциту вологи на час проростання сої спостерігались взаємодії густоти посівів та ширини міжрядь по впливу на польову схожість насіння сої. При цьому, більші норми висіву на вузькорядних міжряддях менше знижували схожість чим на широкорядних, де саме завдяки близькому розташуванню насінин і спостерігався локальний дефіцит вологи. Так, за ширини міжрядь 38+38+38 см в сорту Сірелія схожість була на 0,94 %, в Сайдіна на 1,16 %, в Вишиванка на 1,18 %, а в Жаклін на 1,02 % меншою чим за міжрядь в 19 см. Проте, отриману закономірність слід пояснювати разом з аналізом польової схожості насіння за різних норм висіву, адже по мірі збільшення норми ми спостерігаємо зменшення цього показника та за норми 750 тис. шт./га в сорту

Сірелія схожість була менше на 1,2 %, в Сайдіна – 1,1 %, Вишиванка – 1,0, а Жаклін – 0,6 %.

Перед збиранням посіви сої були в задовільному стані та мали достатню густоту. Так, в сорту Сірелія, за норми висіву в 450 тис. шт./га вона була 35,2 шт./м<sup>2</sup>, за норми в 600 тис. шт./га – 48,3 шт./м<sup>2</sup>, а за норми в 750 тис. шт./га – 61,2 шт./м<sup>2</sup>. Аналогічно сорт Сайдіна мав показники густоти посівів в 34,4, 47,1 та 60,1 шт./м<sup>2</sup>, Вишиванка – 33,7 шт./м<sup>2</sup>, 46,6 та 59,5 шт./м<sup>2</sup>, а сорт Жаклін – 33,5, 46,6 та 59,7 шт./м<sup>2</sup>. А отже, за використання ширини міжрядь 19+38+19 см не спостерігали значних достовірних відхилень в густоті посівів порівняно з міжряддями в 19+19+19 см, за винятком сорту Сірелія, де зниження склало 1,77 шт./м<sup>2</sup>. Тоді як вирощування рослин сої з міжряддями в 38+38+38 см сприяло достовірному зменшенню густоти посівів порівняно до ширини міжрядь в 19 см в сорту Сірелія на 2,85 шт./м<sup>2</sup>, в сорту Вишиванка на 2,86 а в Жаклін на 2,42 шт./м<sup>2</sup>.

Загущення посівів сприяло підвищенню кількості листків на рослинах сої, як наслідок загострення конкуренції за фактори живлення, а особливо – доступність сонячної енергії. За норми висіву сої в 450 тис. шт./га насінин кількість листків на рослинах сорту Сірелія становила в середньому 50,8 шт., в сорту Сайдіна – 52,4, в Вишиванка – 51,7, а в Жаклін – 54,6 шт./рослину. В випадку збільшення густоти посівів до 600 тис. шт./га кількість листків на рослинах сорту Сірелія зростає на 2,9 шт., Сайдіна – 1,3 шт., Вишиванка – 1,1 шт. та Жаклін – 2,1 шт./рослину. Також подібні закономірності спостерігались і в випадку подальшого підвищення густоти посівів до 750 тис. шт./га – 4,1, 2,6, 1,9 та 3,7 шт./рослину відповідно.

Отже, за вирощування сої в загущених посівах площа листя зростає по мірі збільшення кількості рослин на одиницю площі поля. Адаже посилюється конкурентна боротьба та рослини намагаються створити передумови до ефективного засвоєння сонячної енергії. Так, в фазу утворення бобів в сорту Сірелія кращі показники площі листової поверхні отримано за вирощування рослин з шириною міжрядь в 19+38+19 см та нормою висіву 750 тис. шт./га

насінин – 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Відповідно на другому місці за формуванням площі листя був варіант шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин, що забезпечував площу листя в 45,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Також встановлено, що сорт Сайдіна за вирощування з шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин мав площу листя на рівні 45,5 тис. м<sup>2</sup>/га. При таких же показниках в сорту Вишиванка площа листової поверхні становила 46,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 48,5 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто була максимальною по сортах.

В середньому по досліді збір сухої речовини посівами сої в сорту Сірелія був на рівні 3,21 т/га, аналогічно до середніх показників сорту Сайдіна, тоді як в сорту Вишиванка – 3,00 т/га, а в Жаклін – 3,09 т/га. А в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 600 тис. шт./га отримано за роки збір сухої речовини 3,53 т/га, а максимум збору зафіксовано за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га – 3,57 т/га. Отриманий показник був найбільшим по усіх досліджуваних сортах що вивчались.

Чиста продуктивність фотосинтезу в фазу цвітіння в сорту Сірелія за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га була 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу. Аналогічно, ці ж параметри посіву в сорту Сайдіна сприяли отриманню 1,02, а в сорту Жаклін – 1,06 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. Тоді як в сорту Вишиванка за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га чиста продуктивність фотосинтезу була 0,94 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. А от на час утворення бобів максимум сухої речовини сорт Сірелія формував за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га – 0,65 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно в сорту Вишиванка отримано 1,24 г/м<sup>2</sup> за добу. В сорту Сайдіна кращим варіантом за чистою продуктивністю посівів була ширина міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га – 1,17 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно сорт Жаклін накопичував за цих же умов – 1,40 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини.

Встановлено, що фактори досліді впливали на кількість колоній активних бульбочкових бактерій на кореневій системі сої. За збільшення

ширини міжрядь до 19+38+19 ми спостерігали підвищення кількості активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 1,32, Сайдіна – 0,99, Вишиванка – 1,24 та Жаклін – 0,61 шт. Тоді як на міжряддях 38+38+38 см активних колоній бульбочкових бактерій було менше на 2,45, 3,77, 2,32 та 4,09 шт. Підвищення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га пришло зменшенню активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 0,9 та 2,7, Сайдіна на 1,2 та 3,3, Вишиванка – 1,2 та 3,7 і Жаклін на 0,3 та 2,0 шт./рослину.

Кращий по досліді симбіотичний потенціал отримано в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 і 750 тис. шт./га насіння – 10,24 та 10,24 кг діб/га. Аналогічні варіанти досліді для сорту Сайдіна сприяли отриманню кращим по показникам – 10,11 та 10,09 кг діб/га. Максимум симбіотичного потенціал сорту Вишиванка був спостережений на варіантах ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 тис. шт./га – 10,07, а в сорту Жаклін за норми висіву в 750 тис. шт./га на міжряддях 19+19+19 та 19+38+19 см – 10,01 та 10,01 кг діб/га відповідно.

На час цвітіння по мірі загушення посівів, а особливо на варіантах широкорядних посівів де та ж кількість насінини сої розташовувалась в більш широких міжряддях ми визначали закономірності по деякому підвищенню висоти рослин. Адже в цілому по досліді навіть збільшення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га призводило зростання висоти посівів з 36,9 см до 38,7 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по досліді становила 38,7 см. Аналогічна реакція рослин сої була отримана на збільшення ширини міжрядь, оскільки воно відбувалось одночасно з незмінною кількістю насінин на одиницю площі, то фактично таким чином зменшувалась площа живлення однієї рослини. Так, можна припустити що рослини використовують прямокутну видовжену площу аналогічно до квадратної, проте для цього їм потрібно більше часу, який лімітований за вирощування скоростиглих сортів.

А в більш пізні фази росту та розвитку (наливу насіння) усі без виключення сорти сої по мірі зменшення площі живлення однієї рослини

намагались опинитись в кращих умовах для засвоєння сонячної енергії та збільшували висоту рослин як спосіб кращого розташування листкової поверхні і оптимізації надходження більших кількостей світла. Так, було виявлено, що в цілому по досліді навіть за підвищення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га створювались умови що сприяли збільшенню висоти посівів з 71,16 см до 72,83 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по досліді становила 75,40 см. Аналогічно було встановлено, що за збільшення ширини міжрядь з базової 19+19+19 см до 19+38+19 см середня висота рослин зросла на 1,69 см, а за подальшого зростання міжрядь до 38+38+38 см висота посівів сої ще збільшилась в середньому на 1,59 см.

Також спостерігались деякі зміни висоти прикріплення нижнього бобу на рослинах сої різних сортів, проте, зважаючи на закономірності до підвищення висот прикріплення нижнього бобу по мірі підвищення загальної висоти рослин вважаємо що окремих тенденцій до впливу досліджуваних агротехнічних факторів не спостерігається. Тобто висота прикріплення нижнього бобу залежить від загальної висоти рослин і чим більш високоросліші посіви ми маємо тим вище розташовуються квітки на стеблі, а отже і синхронно змінюються обидва показники висоти.

Показник кількості бобів на одній рослині залежить як від біологічних показників досліджуваних сортів так і від характеристик умов вирощування, а зокрема – формування гарного рівня забезпечення рослин живленням за рахунок оптимальної площі і розташування їх в просторі. За ширини міжрядь 19+19+19 см кількість бобів на рослинах сорту Сірелія складала 19,83 шт., тоді як в сорту Сайдіна була 22,25 шт., в сорту Вишиванка становила 18,73 шт., а в сорту Жаклін – 17,28 шт. В випадку використання комбінованих, збільшених міжрядь сої до 19+38+19 см були отримано зростання кількості бобів на 0,75, 0,18, 0,15 та 0,07 шт. відповідно до сортів. Тоді як при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см кількість бобів на рослині порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 0,98 шт., а в сорту Жаклін на 0,25 шт.

Ширина міжрядь суттєво не впливала на зміни показника кількості насінин з бобу. Проте, за зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія ми спостерігали зменшення кількості насінин в бобі на 0,33 шт., а за норми висіву в 750 тис. шт./га їх число зменшилось на 0,53 шт. Аналогічно зменшенням насінин в бобі на підвищення густоти посівів відреагували такі сорти як Сайдіна – 0,37 та 0,60 шт., Вишиванка – 0,37 та 0,72 шт. та Жаклін – 0,66 і 1,05 шт.

Норма висіву насіння суттєво впливала на кількість насінин на рослинах сої, особливо в контексті формування передумов до зниження її при збільшенні чисельності рослин на одиниці площі. Особливо яскраво це спостерігалось на не оптимальних параметрах площі живлення рослини, за використання для вирощування сої міжрядь в 38+38+38 см та густоти посівів в 750 тис. шт./га. За підвищення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія кількість насінин зменшилась на 6,7 шт., в сорту Сайдіна на 9,1 шт., в сорту Вишиванка на 6,9 шт., а в сорту Жаклін на 11,1 шт. Тоді як за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця склала 11,3, 14,4, 14,0 та 17,0 шт. відповідно.

Найбільш вагомій зміні в масі насіння з рослини спостерігались в випадку підвищення густоти посівів, на що рослини сої реагували зменшенням маси насіння з однієї рослини, проте, сумарно це могло не суттєво впливати на загальний рівень урожайності за рахунок якраз тієї ж густоти посівів. При зростанні норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія маса насінин зменшилась на 1,63 г, в сорту Сайдіна на 2,30 г, в сорту Вишиванка на 1,55 г, а в сорту Жаклін на 1,83 г. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця по сортах склала 2,74, 3,61, 3,10 та 2,80 г відповідно.

Кращу урожайність в сорту Сірелія, та максимальну по досліді, отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 750 тис. шт./га – 2,92 т/га. А в сорту Сайдіна максимум продуктивності був за використання ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 450 тис. шт./га – 2,82 т/га. Фактично це єдиний сорт сої в нашому досліді що дозволив отримати гарний рівень

продуктивності за низьких норм висіву. Якщо аналізувати урожайність сорту Вишиванка, то загалом ефективною для нього з біологічної точки зору реалізації потенціалу була ширина міжрядь 19+38+19 см та норма 600 тис. шт./га. За таких умов було отримано рівень врожайності в 2,74 т/га. В сорту Жаклін кращі показники урожайності отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та висівання з нормою в 750 тис. шт./га – 2,72 т/га. Проте, для цього сорту залишалась й актуальною ширина міжрядь в 19+19+19 см та норма висіву в 750 тис. шт./га, за яких отримано рівень урожайності в 2,70 т/га.

Збільшення ширини міжрядь та вирощування різних сортів сої з густотою посівів на рівні 450 тис. шт./га схожих насінин сприяло отриманню кращого вмісту білку в насінні. Так, кращий вміст білку в зерні сої сорту Сірелія було отримано за умови вирощування рослин в посівах з шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою посівів в 450 тис. шт./га схожих насінин – 38,2%. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 42,6% білку, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 39,1 та 38,9% відповідно.

Кращий вміст жиру в зерні сої сорту Сірелія був за вирощування шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою 450 тис. шт./га – 24,1%. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 20,9% жиру, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 22,6 та 22,9%.

За енергією накопиченою в біомасі в сорту Вишиванка за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано кращий показник по сорту 73589 МДж/га, а в сорту Жаклін за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 750 тис. шт./га отримано 72839 МДж/га енергії. В сорту Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано 73698 МДж/га енергії, кращий же показник був за густоти посівів в 450 тис. шт./га – 75747 МДж/га. Тоді як максимум накопичення спостерігався в сорту Сірелія при вирощуванні рослин з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано 77585 МДж/га енергії, кращий же



показник по досліді зафіксовано за густоти посівів в 750 тис. шт./га – 78396 МДж/га.

За коефіцієнтом енергетичної ефективності (КЕЕ) в сорту сої Вишиванка кращими були параметри досліді в яких вирощували рослини з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 3,31, а для сорту сої Жаклін – шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га – 3,26. В сорту сої Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га отримано показник 3,42. Проте, кращий рівень енергоефективності по досліді отримано в сорту сої Сірелія за вирощування її з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га він – 3,51.

Результати виробничої перевірки підтвердили високий рівень економічної ефективності пропонованих агроприйомів за умови поширення їх на виробництві.

***Ключові слова:** ширина міжрядь, норма висіву, густина посівів, площа листя, симбіотичний потенціал, структура врожаю, урожайність, вміст білку, вміст жиру, ефективність вирощування.*

## SUMMARY

**Lemeshyk A.V.** FORMATION OF THE PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON AGROTECHNICAL MEASURES IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE - Qualification scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the educational and scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 "Agronomy" (20 - Agricultural Sciences). - Kyiv, 2024.

The dissertation is aimed at the optimization of agrotechnical measures for the cultivation of soybean varieties in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, which allows creating conditions for the good realization of the biological potential of the culture, its yield and the economic efficiency of cultivation.

According to the duration of the growing season, it was established that it was 105 days in the Sirelia soybean variety, 122 days in Saydin, 109 days in Vyshivanka, and 98 days in the Jacqueline variety. In the interphase period, the beginning of the formation of beans - maturation, all soybean varieties studied by us showed a clear tendency to lengthen the duration of the growing season as the density of crops increased from 450 to 750 thousand units/ha.

With a moisture deficit during the germination of soybeans, interactions between the density of crops and the width of the row spacing on the field germination of soybean seeds were observed. At the same time, higher sowing rates on narrow-row spacings reduced the similarity less than on wide-row spacings, where a local moisture deficit was observed due to the close location of seeds. Thus, for the width of the row spacing of 38+38+38 cm in the Sirelia variety, the similarity was 0.94%, in Saydin by 1.16%, in Vyshivanka by 1.18%, and in Jacqueline by 1.02% less than the row spacing in 19 cm. However, the obtained regularity should be explained together with the analysis of field germination of seeds at different sowing rates, because as the rate increases, we observe a decrease in this indicator,

and at the rate of 750,000 seeds/ha in the Sirelia variety, germination was less than 1.2%, Saydin – 1.1%, Vyshivanka – 1.0, and Jacqueline – 0.6%.

Before harvesting, soybean crops were in satisfactory condition and had sufficient density. Thus, in the Sirelia variety, at the sowing rate of 450,000 pieces/ha, it was 35.2 pieces/m<sup>2</sup>, at the 600,000 pieces/ha - 48.3 pieces/m<sup>2</sup>, and at the 750 thousand pcs./ha - 61.2 pcs./m<sup>2</sup>. Similarly, the Saydina variety had sowing density indicators of 34.4, 47.1 and 60.1 pcs./m<sup>2</sup>, Vyshivanka – 33.7 pcs./m<sup>2</sup>, 46.6 and 59.5 pcs./m<sup>2</sup>, and the Jacqueline variety – 33.5, 46.6 and 59.7 pcs./m<sup>2</sup>. Therefore, when using row widths of 19+38+19 cm, no significant reliable deviations were observed in the density of crops compared to row spacings of 19+19+19 cm, with the exception of the Sirelia variety, where the decrease was 1.77 pcs./m<sup>2</sup>. While the cultivation of soybean plants with row spacings of 38+38+38 cm contributed to a significant decrease in the density of crops compared to the row spacing of 19 cm in the Sirelia variety by 2.85 pcs./m<sup>2</sup>, in the Vyshivanka variety by 2.86, and in Jacqueline by 2,42 pcs./m<sup>2</sup>.

Thickening of crops contributed to an increase in the number of leaves on soybean plants, as a result of increased competition for nutrients, and especially the availability of solar energy. At the soybean sowing rate of 450,000 pieces/ha of seeds, the average number of leaves on plants of the Sirelia variety was 50.8 pieces, in the growth of Saydin - 52.4, in Vyshyvanka - 51.7, and in Jacqueline - 54.6 piece/plant. In the case of increasing the density of crops to 600 thousand pieces/ha, the number of leaves on plants of the Sirelia variety increased by 2.9 pieces, Saidina - 1.3 pieces, Vyshivanka - 1.1 pieces. and Jacqueline – 2.1 pcs./plant. Also, similar regularities were observed in the case of a further increase in the density of crops to 750,000 plants/ha - 4.1, 2.6, 1.9 and 3.7 plants/plant, respectively.

Therefore, when growing soybeans in thickened crops, the leaf area increases as the number of plants per unit area of the field increases. After all, competition is intensifying and plants are trying to create prerequisites for efficient assimilation of solar energy. Thus, in the phase of bean formation in the Sirelia variety, the best indicators of the leaf surface area were obtained by growing plants with a row

spacing of 19+38+19 cm and a sowing rate of 750,000 seeds/ha – 46,500 m<sup>2</sup>/ha. Accordingly, the variant with a row width of 38+38+38 cm and a seeding rate of 750,000 seeds/ha, which provided a leaf area of 45,100 m<sup>2</sup>/ha, ranked second in terms of leaf area formation. It was also established that the Saydin variety when grown with a row spacing of 38+38+38 cm and a seeding rate of 750,000 seeds/ha had a leaf area of 45,500 m<sup>2</sup>/ha. With the same indicators, the leaf surface area of the Vyshyvanka variety was 46.6 thousand m<sup>2</sup>/ha, and the Jacqueline variety was 48.5 thousand m<sup>2</sup>/ha, i.e. it was the maximum among the varieties.

On average, according to the experiment, the collection of dry matter by soybean crops in the Sirelia variety was at the level of 3.21 t/ha, similar to the average indicators of the Saidina variety, while in the Vyshivanka variety it was 3.00 t/ha, and in Jacqueline - 3.09 t /Ha. And in the Sirelia variety, with row widths of 19+38+19 cm and a rate of 600,000 pieces/ha, a dry matter collection of 3.53 t/ha was obtained over the years, and the maximum collection was recorded at the same row width and sowing rate of 750,000 pcs./ha – 3.57 t/ha. The obtained indicator was the highest among all studied varieties.

At the time of flowering in the Sirelia variety, the row spacing was 19+38+19 cm and the sowing rate was 450,000 pieces/ha – 1.08 g/m<sup>2</sup> per day. Similarly, the same sowing parameters in the Saidina variety contributed to obtaining 1.02, and in the Jacqueline variety - 1.06 g/m<sup>2</sup> per day of dry matter. Whereas in the Vyshyvanka variety, with row widths of 19+38+19 cm and a seeding rate of 600,000 units/ha, the net productivity of photosynthesis was 0.94 g/m<sup>2</sup> per day of dry matter. But at the time of formation of beans, the Sirelia variety formed the maximum dry matter at a row width of 19+38+19 cm and a seeding rate of 600,000 pieces/ha – 0.65 g/m<sup>2</sup> per day, similarly, the Vyshivanka variety obtained 1, 24 g/m<sup>2</sup> per day. In the Saydina variety, the best option in terms of net crop productivity was the row width of 19+38+19 cm and the sowing rate of 450,000 pieces/ha - 1.17 g/m<sup>2</sup> per day, similarly, the Jacqueline variety accumulated under the same conditions - 1, 40 g/m<sup>2</sup> per day of dry matter.

It was established that the factors of the experiment influenced the number of colonies of active nodule bacteria on the soybean root system. By increasing the width of the rows to 19+38+19, we observed an increase in the number of active nodule bacteria in the Sirelia variety by 1.32, Saidina – 0.99, Vyshivanka – 1.24, and Jacqueline – 0.61 pcs. Whereas on the rows of 38+38+38 cm active colonies of nodule bacteria were less by 2.45, 3.77, 2.32 and 4.09 pcs. Increasing the density of crops from 450 to 750 thousand units/ha led to a decrease in active nodule bacteria in Sirelia by 0.9 and 2.7, Saidina by 1.2 and 3.3, Vyshivanka by 1.2 and 3.7 and Jacqueline at 0.3 and 2.0 pcs./plant.

According to the experiment, the best symbiotic potential was obtained in the Sirelia variety with row widths of 19+38+19 cm and sowing rates of 600 and 750 thousand seeds/ha - 10.24 and 10.24 kg days/ha. Similar variants of the experiment for the Saidina variety contributed to obtaining the best indicators - 10.11 and 10.09 kg days/ha. The maximum symbiotic potential of the Vyshivanka variety was observed on the variants of the row width of 19+38+19 cm and the sowing rate of 600 thousand pieces/ha - 10.07, and in the Jacqueline variety at the sowing rate of 750 thousand pieces/ha on the row spacing of 19 +19+19 and 19+38+19 cm – 10.01 and 10.01 kg days/ha, respectively.

At the time of flowering, according to the thickening of crops, and especially on variants of wide-row crops, where the same amount of soybean seeds was located in wider interrows, we determined patterns of some increase in the height of the plants. After all, according to the experiment, even an increase in the seeding rate from 450 to 600,000 units/ha led to an increase in the height of crops from 36.9 cm to 38.7 cm, and at a sowing rate of 750,000 units/ha, the height of the plants on average according to the experiment, it was 38.7 cm. A similar reaction of soybean plants was obtained to the increase in the width of the rows, since it occurred simultaneously with an unchanged number of seeds per unit area, so in fact the area of nutrition of one plant decreased in this way. Yes, it can be assumed that plants will use a rectangular elongated area similarly to a square one, but for this they need more time, which is limited for the cultivation of precocious varieties.

And in the later phases of growth and development (seeding), all varieties of soybeans, without exception, as the feeding area of one plant decreased, tried to find themselves in better conditions for assimilating solar energy and increased the height of the plants as a way to better arrange the leaf surface and optimize the arrival of larger amounts of light. Thus, it was found that in general, according to the experiment, even with an increase in the sowing rate from 450 to 600 thousand units/ha, conditions were created that contributed to an increase in the height of crops from 71.16 cm to 72.83 cm, and with a sowing rate of 750 thousand pcs./ha, the average height of the plants was 75.40 cm. Similarly, it was established that the average height of the plants increased by 1.69 cm when the width of the rows increased from the basic 19+19+19 cm to 19+38+19 cm. and with further growth of row spacing to 38+38+38 cm, the height of soybean crops increased by an average of 1.59 cm.

Some changes in the height of attachment of the lower bean on soybean plants of different varieties were also observed, however, taking into account the regularity of the increase of the height of the attachment of the lower bean as the total height of the plants increases, we believe that there are no separate trends to the influence of the investigated agrotechnical factors. That is, the height of the attachment of the lower bean depends on the overall height of the plants, and the taller the crops we have, the higher the flowers are located on the stem, and therefore both height indicators change synchronously.

The indicator of the number of beans per plant depends both on the biological indicators of the studied varieties and on the characteristics of the growing conditions, and in particular, on the formation of a good level of plant nutrition due to the optimal area and their location in space. With row spacings of 19+19+19 cm, the number of beans on plants of the Sirelia variety was 19.83, while the Saydina variety had 22.25, the Vyshivanka variety had 18.73, and the Jacqueline variety had 17 , 28 pcs. In the case of using combined, increased spacing of soybeans up to 19+38+19 cm, an increase in the number of beans by 0.75, 0.18, 0.15 and 0.07 units was obtained. according to varieties. Whereas when the width of the row spacing

increased to 38+38+38 cm, the number of beans per plant compared to the basic row spacing of 19 cm in the Sirelia variety increased by 0.98 pcs., and in the Jacqueline variety by 0.25 pcs.

The width of the rows did not significantly affect changes in the indicator of the number of seeds per bean. However, with an increase in the rate of sowing seeds to 600 thousand pieces/ha in the Sirelia variety, we observed a decrease in the number of seeds in beans by 0.33 pieces, and with a sowing rate of 750 thousand pieces/ha, their number decreased by 0.53 pcs. Similarly, varieties such as Saidina - 0.37 and 0.60 pcs., Vyshivanka - 0.37 and 0.72 pcs. and Jacqueline – 0.66 and 1.05 pcs.

The rate of sowing seeds had a significant effect on the number of seeds on soybean plants, especially in the context of the formation of prerequisites for its reduction with an increase in the number of plants per unit area. This was especially clearly observed in the sub-optimal parameters of the plant's feeding area, for the use of 38+38+38 cm row spacing and 750,000 seeds/ha for growing soybeans. By increasing the rate of sowing seeds to 600,000 seeds/ha in the Sirelia variety, the number of seeds decreased by 6.7 seeds, in the Saidina variety by 9.1 seeds, in the Vyshivanka variety by 6.9 seeds, and in the Jacqueline variety for 11.1 pcs. While at the sowing rate of 750 thousand units/ha, this difference was 11.3, 14.4, 14.0 and 17.0 units. in accordance.

The most significant changes in the mass of seeds per plant were observed in the case of an increase in the density of crops, to which soybean plants responded by reducing the mass of seeds per plant, however, in total, this could not significantly affect the overall level of productivity at the expense of exactly the same density of crops. When the rate of sowing seeds increased to 600,000 seeds/ha, the weight of seeds in the Sirelia variety decreased by 1.63 g, in the Saidina variety by 2.30 g, in the Vyshivanka variety by 1.55 g, and in the Jacqueline variety by 1.83 g. Similarly, at the sowing rate of 750,000 pieces/ha, this difference by varieties amounted to 2.74, 3.61, 3.10, and 2.80 g, respectively.

The best yield in the Sirelia variety, and the maximum according to the experiment, was obtained with the width of the rows 19+38+19 cm and the sowing rate of 750 thousand pieces/ha - 2.92 t/ha. And in the Saidina variety, the maximum productivity was achieved with the use of a row spacing of 19+38+19 cm and a norm of 450,000 pieces/ha – 2.82 t/ha. In fact, this is the only soybean variety in our experiment that allowed us to obtain a good level of productivity at low sowing rates. If we analyze the productivity of the Vyshivanka variety, the width of the row spacing of 19+38+19 cm and the rate of 600,000 pieces/ha were generally effective for it from the biological point of view of realizing the potential. Under such conditions, a yield level of 2.74 t/ha was obtained. In the Jacqueline variety, the best productivity indicators were obtained with row widths of 19+38+19 cm and sowing at a rate of 750,000 pieces/ha – 2.72 t/ha. However, for this variety, the row spacing of 19+19+19 cm and the sowing rate of 750,000 pieces/ha remained relevant, with a yield level of 2.70 t/ha.

Increasing the width of the rows and growing different varieties of soybeans with a seeding density of 450,000 seeds per hectare contributed to better protein content in the seeds. Thus, the best protein content in soybeans of the Sirelia variety was obtained under the condition of growing plants in crops with a row width of 38+38+38 cm and a crop density of 450,000 pieces/ha of similar seeds - 38.2%. Similar sowing parameters for the Saidina variety contributed to the accumulation of 42.6% of protein in soybean seeds, and for the Vyshivanka and Jacqueline varieties - 39.1 and 38.9%, respectively.

The best fat content in soybeans of the Sirelia variety was grown with a row spacing of 38+38+38 cm and a density of 450,000 units/ha – 24.1%. Similar sowing parameters for the Saydina variety contributed to the accumulation of 20.9% fat in soybean seeds, and 22.6 and 22.9% for the Vyshivanka and Jacqueline varieties.

According to the energy accumulated in the biomass in the Vyshivanka variety with row widths of 19+38+19 and a seeding rate of 600,000 units/ha, the best indicator was obtained for the variety of 73589 MJ/ha, and in the Jacqueline variety with row widths of 19+38+19 and with a seeding rate of 750,000 units/ha, 72,839



MJ/ha of energy was obtained. In the Saidina variety, with row widths of 19+38+19 and a seeding rate of 600,000 units/ha, 73,698 MJ/ha of energy was obtained, while the best indicator was for a sowing density of 450,000 units/ha – 75,747 MJ/ha. While the maximum accumulation was observed in the Sirelia variety when growing plants with a row spacing of 19+38+19 and a seeding rate of 600,000 units/ha, 77,585 MJ/ha of energy was obtained, while the best indicator was recorded according to the experiment at a seeding density of 750,000. units/ha – 78396 MJ/ha.

According to the coefficient of energy efficiency (KEE) in the Vyshivanka soybean variety, the parameters of the experiment in which plants were grown with a row spacing of 19+38+19 and a seeding rate of 600,000 units/ha were the best, and for the Jacqueline soybean variety, the best parameters were row spacing 19+38+19 and a seeding rate of 750,000 units/ha – 3.26. In the Saydin soybean variety, the index of 3.42 was obtained for the row spacing of 19+38+19 and the sowing rate of 450,000 units/ha. However, according to the experiment, the best level of energy efficiency was obtained in the Sirelia soybean variety for its cultivation with a row width of 19+38+19 and a seeding rate of 750,000 units/ha - 3.51.

The results of the production inspection confirmed the high level of economic efficiency of the proposed agricultural methods, provided they are distributed in production.

***Key words:*** row spacing, seeding rate, crop density, leaf area, symbiotic potential, crop structure, productivity, protein content, fat content, cultivation efficiency.

**Статті у наукових виданнях,  
включених до Переліку наукових фахових видань України**

1. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування фотосинтетичних показників сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2023. № 31. С. 97–109. *(Лемешик А. В. проведено визначення площі листкової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу за фазами розвитку сої, проаналізовано, узагальнено результати досліджень, проведено літературний пошук, визначено відповідні узгодження та відмінності результатів дослідження з опублікованими раніше роботами, порівняно та узагальнено наукові дослідження за темою публікації, підготовлено статтю до друку відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, практичне значення та мету проведених досліджень, проведено статистичну обробку отриманих даних).*

2. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування біометричних параметрів посівів сої ‘Сірелія’ залежно від площі живлення на чорноземах типових. *Новітні агротехнології.* 2024. Т. 12. № 1. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/303480> *(Лемешик А. В. проведено визначення висоти рослин та сухої речовини за фазами розвитку сої, узагальнено результати досліджень, проведено літературний пошук, визначено відповідні узгодження та відмінності результатів дослідження з опублікованими раніше роботами, порівняно та узагальнено наукові дослідження за темою публікації, підготовлено статтю до друку відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. проведено літературний пошук та аналіз публікацій, що наближені за темою, порівняно отримані результати з даними опублікованими раніше).*

3. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології.* 2024. Т. 12. № 2. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/304338> *(Лемешик А. В. проведено аналіз елементів структури врожаю, врожайності та якості зерна досліджуваних сортів сої, виконано узагальнення та аналіз отриманих результатів, проведено літературний науковий пошук, підготовлено статтю до друку. Новицькою Н. В. проведено статистичні розрахунки, визначено мету, практичне значення та новизну дослідження).*

### Тези наукових доповідей

4. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Вплив інокуляції насіння на продуктивність сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Інноваційні технології в рослинництві:

V Всеукраїнська наукова інтернет-конференція, м. Кам'янець-Подільський, 25 травня 2022 року: тези доповіді. Кам'янець-Подільський, 2022. С. 90. (Лемешик А. В. визначено актуальність та мету дослідження, проведено літературний пошук за обраною темою, проаналізовано та підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. сформульовано актуальність, мету дослідження, висновки, узагальнено результати пошуку).

5. Лемешик А. В., Манукія А. В., Новицька Н. В. Оптимізація способів сівби сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Сучасні аспекти підвищення продуктивного

та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського

зеленого курсу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН, с. Центральне,

16 листопада 2022 року: тези доповіді. Центральне, 2022. С. 139. (Лемешик А. В. проведено збір даних та аналіз врожайності сортів сої, статистично оброблено отриману інформацію, проведено науковий літературний пошук публікацій наближених до теми публікації, підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Манукія А. В. проаналізовано отримані результати. Новицькою Н. В. узагальнено отримані результати, сформульовано висновки).

6. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів в умовах правобережного Лісостепу України.

Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу. Секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни:

Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів

і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 381. (Лемешик А. В. проведено визначення росту і розвитку

рослин та продуктивності ранньостиглого сорту сої Вишиванка, проаналізовано зібрані дані, підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. визначено актуальність та мету дослідження, проаналізовано та узагальнено отримані результати, сформульовано висновки).

## ЗМІСТ

Анотація	2
ВСТУП	22
<b>Розділ 1. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СОЇ (огляд літератури)</b>	<b>27</b>
1.1. Значення, виробництво та використання сої в світі і в Україні	27
1.2 Внесок сорту в підвищення врожаю	31
1.3. Особливості формування площі живлення сої	37
<b>Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	<b>45</b>
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень	45
2.2. Схема та методика проведення дослідів	51
2.3. Характеристика досліджуваних сортів сої	54
2.4. Агротехніка вирощування сої за роки досліджень	59
<b>Розділ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК СОРТІВ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ</b>	<b>61</b>
3.1. Ріст і розвиток сортів сої	63
3.2. Формування фотосинтетичних параметрів посівів	70
3.3. Симбіотичний потенціал сої	88
<b>Розділ 4. СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОЇ</b>	<b>97</b>
4.1. Формування основних елементів структури врожаю	98
4.2. Урожайність та якість врожаю	123
<b>Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ</b>	<b>142</b>
6.1. Економічна оцінка пропонованих технологій вирощування сої	142

6.2. Енергетична оцінка пропонованих технологій вирощування сої	148
6.3. Впровадження у виробництво пропонованих елементів технології вирощування	151
ВИСНОВКИ	155
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	159
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	160
ДОДАТКИ	181

## ВСТУП

Соя (*Glycine max* (L) Merrill) є важливою бобовою культурою, площі якої у світі становлять 102 млн гектарів, урожайність 1,86 тон на гектар, а загальне виробництво 263 млн тон. За обсягом виробництва у світі соя стоїть на четвертому місці після кукурудзи з її 820 млн т, пшениці – 648 млн т та рису – 450 млн т.

В Україні до 2009 року виробництво сої в Україні перевищило мільйонний рубіж, роблячи нашу державу лідером серед країн Європи та однією з дев'яти найбільших країн-виробників сої у світі. За останні п'ять років в Україні площі під соєю значно збільшилися, і тепер вона посідає друге місце серед основних олійних культур, випередивши ріпак.

Отже, культура досить цінна як білкова так і олійна, що робить її унікальною і досить не замінною рослиною серед усіх бобових поширених на теренах України.

### **Актуальність теми досліджень.**

Сорт є одним із найбільш ефективних агротехнічних заходів для зниження негативного впливу обмежуючих факторів зовнішнього середовища на врожайність сої, забезпечуючи високу пластичність культури до конкретних умов вирощування. Адже під час росту і розвитку рослини піддаються впливу різних стресових факторів, які можуть суттєво впливати на їх продуктивність. При цьому саме сорт, в міру своєї індивідуальної пластичності здатен адаптуватись до умов вирощування та долати до певної межі негативний вплив факторів.

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., Новицької Н. В., Каленської С. М., Золотаря Ю. В., Блащука М. І., Марущака П. Г., Чинчика О. С., Дробітько А. В., Грицаєнко З. М., Мельника А. В., Міхєєва В. Г. та інших, було досягнуто значних успіхів у

вирішенні численних питань, пов'язаних із вирощуванням сої в Україні.

Однак, з огляду на сучасні тенденції зміни клімату, перед науковцями стоїть завдання розробки нових технологій вирощування, здатних забезпечити підвищення врожайності та покращення якості продукції в конкретних природно-кліматичних умовах. Причому нові технології не завжди мають бути надзвичайно дорогими або важко повторюваними у виробничих умовах.

Важливою складовою підвищення врожайності та поліпшення якості насіння сої є застосування оптимальної площі живлення (ширини міжрядь та густоти посівів) і використання сучасних сортів. Варто зазначити, що дослідження механізму комплексної взаємодії ширини міжрядь та норми висіву нових сортів сої досі не було проведено, що робить подальші дослідження в цьому напрямі актуальними.

Отже, встановлення закономірностей росту, розвитку та формування урожайності і якості врожаю сортів сої за комплексного впливу на них норм висіву та ширини міжрядь в Правобережному Лісостепу України залишається актуальним питанням до вивчення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась в рамках досліджень кафедри Рослинництва Національного університету біоресурсів та природокористування, в розрізі ініціативної тематики «Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в різних ґрунтово-кліматичних зонах України» 2021-2023 рр. (0123U103687) а також тематики «Стале виробництво продукції рослинництва для забезпечення продовольчої, енергетичної безпеки за ефективного використання природних ресурсів» (0123U102166).

**Мета і завдання досліджень.** Мета досліджень передбачала встановити закономірності росту, розвитку та формування урожайності і якості врожаю сортів сої під впливом норми висіву та ширини міжрядь в умовах Правобережного Лісостепу України.

Згідно до мети дисертаційного дослідження вирішувались наступні

*завдання:*

- визначити особливості росту та розвитку сортів сої залежно від впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь;
- встановити залежність схожості, густоти посівів, тривалості фаз та міжфазних періодів росту й розвитку рослин від факторів досліду;
- дослідити зміни кількості та площі листя, чистої продуктивності фотосинтезу фотосинтетичного потенціалу, накопичення сухої речовини в сортів сої за зміни варіантів досліду;
- вивчити закономірності формування елементів структури врожаю сортів сої за різної їх площі живлення;
- визначити урожайність та якість продукції сортів сої залежно від дії факторів досліду;
- виконати економічну та біоенергетичну оцінку ефективності елементів технології вирощування.

**Об'єкт досліджень** – процеси формування урожайності сортів сої під впливом норми висіву та ширини міжрядь, особливості їх взаємодії.

**Предмет досліджень** – рослини сортів сої Сірелія, Сайдін, Вишиванка, Жаклін, норми висіву та ширина міжрядь, їх взаємодія в ґрунтово-кліматичних умовах.

**Методи досліджень:** У ході виконання дисертаційної роботи застосовувалися такі методи:

Польові спостереження, які дозволили вивчити взаємодію об'єкта дослідження (сортів сої) з біотичними та абіотичними факторами в агроценозі;

Лабораторний аналіз морфологічних характеристик сої для визначення біометричних параметрів об'єкта дослідження;

Математичні методи, включаючи дисперсійний аналіз, що використовувалися для встановлення взаємозв'язків між досліджуваними параметрами;



Розрахунково-порівняльний аналіз для оцінки економічної та енергетичної ефективності використання елементів технології вирощування сої.

**Наукова новизна отриманих результатів.** *Вперше* в умовах Правобережного Лісостепу України показано ефективність комплексної оптимізації густоти посівів та використання комбінованої ширини міжрядь за вирощування сортів сої Сірелія, Сайдін, Вишиванка, Жаклін, визначено потенціал їх продуктивності.

*Вдосконалено* питання елементів технології вирощування сортів сої завдяки оптимізації площі живлення рослин та вивченню її впливу на ріст, розвиток та формування урожайності посівами.

*Набули подальшого розвитку* питання виявлення біологічних особливостей росту і розвитку сої, встановлення біометричних показників посівів, особливостей формування урожайності та якості врожаю, економічної та енергетичної ефективності вирощування.

**Практичне значення отриманих результатів.** За результатами проведених досліджень рекомендовані до впровадження, в умовах Правобережного Лісостепу України, елементи технології вирощування сої, що забезпечують отриманню понад 2,8 т/га зерна. Для цього варто вирощувати сорти сої середньо ранньостиглої групи Сірелія, або середньостиглої Сайдіна з комбінованою шириною міжрядь 19+38+19 см та густотою для сорту Сірелія в 600 тис. шт./га, а сорту Сайдіна в 450 тис. шт./га схожих насінин.

Результати досліджень апробовано в умовах господарства ФГ «Росавське», Обухівського району Київської області на площі в 50 га, що в порівнянні з традиційною технологією вирощування сприяло зменшенню собівартості вирощування однієї тони сої на 1240 грн./га та за кращого на 0,45 т/га рівня урожайності річний економічний ефект становив 265,4 тис. грн.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачка активно брала участь у розробці дослідницької програми, організації та проведенні польових і лабораторних експериментів, аналізувала їх результати та на основі

отриманих даних сформулювала висновки та рекомендації для виробництва.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи оприлюднювались на засіданнях кафедри Рослинництва НУБП України (Київ, 2021–2024 рр.), та наукових конференціях:

V Всеукраїнська наукова інтернет-конференція;

Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського зеленого курсу» присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН..

Міжнародна науково-практична конференція присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України "Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу".

**Публікації результатів досліджень.** За результатами проведеного дисертаційного дослідження опубліковано 6 наукових праць у фахових виданнях, з яких 3 публікації у виданнях категорії Б.

**Обсяг і структура дисертації.** Дисертаційна робота містить 185 сторінок машинописного тексту, 36 таблиці, 26 рисунків. Робота містить вступ, 5 розділів, висновки та рекомендації виробництву та додатки. Список використаних джерел налічує 199 найменувань, з яких 39 латиницею.

# РОЗДІЛ 1

## ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ СОЇ (огляд літератури)

### 1.1 Значення, виробництво та використання сої в світі і в Україні

Соя (*Glycine max* (L) Merrill) є важливою бобовою культурою, обсяг площ якої за останні пів століття у світі зріс з 24 до 102 млн гектарів, урожайність зросла з 1,68 до 1,86 тон на гектар, а загальне виробництво з 26,9 до 263 млн тон, що майже в 9,8 разів. За обсягом виробництва у світі соя має 260 млн т та стоїть на четвертому місці після кукурудзи з її 820 млн т, пшениці – 648 млн т та рису – 450 млн т. Серед олійних культур соя складає 58 %, ріпак – 13 %, бавовник – 10 %, арахіс – 8 %, соняшник – 7 % [1; 2; 77].

У вирощуванні сої беруть участь 91 країна світу, а основне виробництво зосереджено в США, Бразилії, Китаї, Аргентині, Індії, Парагваї, Канаді, Індонезії, Італії, Південній Кореї, Таїланді, Нігерії, Франції, Румунії, та інших країнах. За останні десятиліття значно зросли площі під соєю, а багато країн виділили для цієї культури від 18 % до 50 % орних земель і більше [4; 6].

В Україні почали вирощувати сою з кінця XIX століття, але її промислове значення наростало в 1930-х роках, коли площі посіву перевищили 100 тисяч гектарів. Починаючи з 1990 року, площі під цією культурою знову почали зростати, і до 2009 року виробництво сої в Україні перевищило мільйонний рубіж, роблячи нашу державу лідером серед країн Європи та однією з дев'яти найбільших країн-виробників сої у світі. За останні п'ять років в Україні площі під соєю значно збільшилися, і тепер вона посідає друге місце серед основних олійних культур, випередивши ріпак [7; 8; 9].

Основні площі вирощування сої в Україні знаходяться в соєвому поясі, що охоплює Лісостепову зону. Умови цієї зони найбільш сприятливі для росту сої і відповідають її біологічним особливостям, що дозволяє культурі досягати

повної стиглості та формувати потенційний врожай. До Лісостепу належать дев'ять областей, а також частини агрокліматичних зон Полісся й Степу, які також мають лісостепові умови. Відповідно до цього, соєвий пояс включає різноманітні регіони України, від Степу і Полісся до зрошувальних земель Півдня [10; 29].

Цінність сої проявляється у високому вмісті білка, який становить 38–50% у насінні сої, порівняно з 10–14% у зерні пшениці, 9,9% у кукурудзи, 12,3% у ячменю та 12,1% у вівсі. Основна перевага соєвого білка полягає у його відсутності холестерину. Науково доведено, що споживання соєвого протеїну зменшує рівень цієї сполуки в крові. Крім того, соєвий білок характеризується високою перетравлюваністю, доброю розчинністю та функціональними властивостями. За інформацією ФАО ООН, білок сої вважається стандартом рослинних білків у всьому світі [11; 30].

Білок сої є найбільш близьким до ідеального за амінокислотним складом, оскільки включає всі незамінні амінокислоти у відповідних кількостях та співвідношеннях. Він особливо багатий на дефіцитну амінокислоту лізин, а також треонін, лейцин і фенілаланін, вміст яких перевищує стандарт ФАО в 1,5 рази. Водночас, білок сої містить менше метіоніну, але ця амінокислота присутня у достатній кількості в інших продуктах (наприклад, хлібі та крупах), тому за умови різноманітного харчування дефіцит метіоніну відсутній. Білок сої легко засвоюється та за біологічною цінністю є еквівалентним білкам тваринного походження, і відповідає основним потребам організму [13; 14].

Соя є унікальною культурою, оскільки в невеликих кількостях, до 260 г, може задовольнити потребу дорослої людини у всіх амінокислотах протягом доби, навіть без інших джерел білка у раціоні. Зерно сої містить понад 20 % напів висихаючої олії високої біологічної цінності. Цінність соєвої олії полягає у її високому вмісті (95 %) гліцеридів, енергетичних жирних кислот, з яких 75 % є ненасиченими (лінолева, олеїнова, ліноленова), 15 % - насиченими (стеаринова, пальмітинова), а також вмістить такі важливі компоненти, як

лецитин і природний вітамін Е [17; 18].

Характерною рисою сої є низький вміст вуглеводів порівняно з високим вмістом білка та олії. Вуглеводи сої мають велику цінність через те, що більша їхня частина добре розчинна у воді й легко засвоюється організмом тварин. Нерозчинні вуглеводи (клітковина, пектини, декстрини) також важливі для харчування, оскільки сприяють засвоєнню інших корисних речовин [17; 19].

Насіння сої є важливим джерелом фосфатидів, які є жироподібними речовинами, що містять фосфор. Ці речовини, такі як лецитин, кефалін, фітін та нуклеїнові кислоти, сприяють перетворенню жирів у людському та тваринному організмі, беруть участь у синтезі білків і запобігають їх розпаду, а також покращують засвоєння жирів та білків, необхідних для підтримки нервової тканини. Соя також містить широкий спектр ферментів, таких як уреаза, ліпаза, каталаза, катепсин, протеаза, ліпоксидаза, редуктаза, пероксидаза, інвертаза, аскорбіназа та інші. У різних частинах рослини сої знаходяться практично всі вітаміни, які забезпечують її високу харчову цінність, особливо багато вітамінів містяться у проростках та молодих рослинах [20; 21].

Соеві продукти відомі своїм високоякісним харчовим білком, який має збалансований амінокислотний склад. Серед основних видів соєвих продуктів можна виділити: молочні продукти, такі як сир і соєве молоко; соєве борошно та злаково-соєві суміші; ферментовані соєві продукти, такі як м'ясо та соєвий соус; соєві концентрати та ізоляти, які використовуються як замітники м'яса. Наприклад, тільки в Японії щорічно використовують 800 тисяч тон сої для цих цілей. У США щороку виробляють 454 тисячі тон соєвих харчових білків, що становить приблизно 2 кілограми на одну людину [22].

В Україні надзвичайно популярною стала соєва паста, яка доступна як у свіжому, так і у висушеному або замороженому вигляді. Також великим попитом користується соєва мука. Натуральна соєва олія широко використовується у харчовій промисловості. Одним з недавніх трендів є виробництво різних соєвих консервів, які є повністю вегетаріанськими

продуктами [17; 23].

Значення сої постійно зростає не лише через її високі смакові якості, але й завдяки корисним лікувальним властивостям та численним позитивним впливам продуктів із неї на здоров'я людей. Вживання соєвих продуктів сприяє позитивним ефектам у лікуванні різних захворювань, особливо завдяки їхньому високому вмісту поживних речовин, низькому вмісту насичених жирів, наявності легкозасвоюваних амінокислот і вітамінів (А, Е, К, групи В) та добре збалансованому складу мінеральних речовин, зокрема калію, заліза, фосфору і кальцію [24; 25].

Соя також містить велику кількість фітохімічних речовин, таких як ізофлавоноїди. Вживання соєвих продуктів сприяє нормалізації артеріального тиску, покращенню роботи серцево-судинної системи, стимулює обмінні процеси і запобігає розвитку цукрового діабету, формуванню каменів у жовчному міхурі та нирках. Також наявність антиканцерогенних речовин у сої (п'ять різних типів) може запобігти розвитку ракових захворювань [26].

Насіння сої має властивості, що захищають від впливу радіації, завдяки високому вмісту фітатів, які взаємодіють з радіоактивними та токсичними речовинами, виводячи їх через травний тракт. Такі ж властивості мають і харчові волокна сої. Інгібітори протеаз захищають від утворення вільних радикалів в організмі. Вітаміни А і Е мають антиоксидантну дію, а вітаміни групи В зміцнюють імунну та нервову системи, а також блокують поглинання організмом стронцію-90, цезію-137 і цинку-65 [28].

Соя є важливим джерелом білка із комплексом незамінних амінокислот, і є найкращим високобілковим компонентом для годівлі високопродуктивних тварин і птиці. Використання сої у тваринництві призводить до збільшення середньодобового приросту маси тіла тварин, підвищення надоїв молока і скорочення періоду відгодівлі. Додавання сої до кормових раціонів поліпшує використання соковитих, грубих і концентрованих кормів [38].

Продукти, отримані з переробки сої, такі як шрот і макуха, є основними складовими комбикормів для годівлі домашніх тварин, сільськогосподарських

тварин, птиці та риби. Велике значення соєвого шроту, який є основним джерелом високо протеїнових компонентів, полягає у збалансованості незамінних амінокислот, зокрема лізину, який є дефіцитним у всіх злакових культурах. Соевий шрот чи макуха є найбільш доступними джерелами кормового лізину. Додавання соєвого шроту у комбікорм у кількості 10 % підвищує продуктивність тварин і зменшує витрати на корми [8; 17].

Для годівлі сільськогосподарських тварин широко використовують зелену масу, сіно, трав'яне борошно, брикети, гранули, силос, сінаж та соломку сої. Крім того, соя є важливим компонентом у змішаних культурах з сорго, кукурудзою, суданською травою та іншими злаковими культурами, щоб поліпшити поживну цінність корму [17; 32].

Посіви сої з кукурудзою не відстають за врожайністю зеленої маси та виходом кормових одиниць в порівнянні з чистими посівами кукурудзи. Навіть за обсягом перетравного протеїну вони перевершують їх на 30 % [32].

Соя має важливе значення як технічна культура і займає перше місце у світовому виробництві рослинної олії. Серед всіх рослинних олій соєва відзначається найвищою біологічною активністю і засвоюється організмом на 98 %. Соеву олію використовують як у харчових цілях, так і для виготовлення промислової продукції, такої як фарби, лаки, мило, клей, замінники гуми, штучні волокна, пластмаса, лінолеум, текстильні барвники. Екстракт соєвої олії часто входить до складу багатьох косметичних препаратів як розчинник і компонент [26; 34].

## **1.2. Внесок сорту в підвищення врожаю**

Сорт є одним з найбільш доступних і економічних засобів для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Але, як зазначає А. О. Бабиц, правильний вибір сорту має велике значення у підвищенні врожайності та поліпшенні якості насіння сої [34; 35].

Багато з сортів сої, які широко використовуються на виробництві, не відповідають повністю вимогам сучасного аграрного сектору. Досягнення стійко високої продуктивності і стійкості до неблагоприятних умов середовища залишається проблемою, іноді певні сорти виявляють нестійкість, особливо у непридатних погодних умовах, що призводить до зменшення врожаю, подовження періоду вегетації при пізній сівбі або за низьких температур [37].

У сучасних умовах сорт стає ключовим чинником, що визначає успішність вирощування сої, він не лише сприяє збільшенню врожайності, але і впливає на здатність реалізувати генетичний потенціал рослин, відповідати вимогам споживача та переробника. Вибір сорту для виробників сої є складною задачею, оскільки потрібно знайти рішення, яке відповідає комплексу вимог та регулярно забезпечує стабільно високі врожаї [39; 40; 41].

Дослідження підтверджують, що вибір сорту має вирішальне значення для отримання високопродуктивних урожаїв сої. Сорт визначає якість насіння, рівень врожайності та ефективність виробництва. Нові сорти виявляються продуктивнішими, тому використання їх сприяє підвищенню врожайності сої. У багатьох країнах сорти сої визначають до 60 % урожайності. Проте, кожен сорт може реалізувати свій потенціал лише за оптимальних умов вирощування [42; 43].

Значне збільшення площі посівів сої в Україні в останні роки зумовилося завдяки досягненням селекціонерів, які створили високопродуктивні сорти, пристосовані до специфічних умов конкретних регіонів. Урожайність таких сортів може досягати 3,0-4,5 тон на гектар [44; 45].

Проте, біологічний потенціал продуктивності сучасних сортів сої в Україні наразі реалізується на рівні лише 38–56 %, у той час як у Канаді та США цей показник становить 70–73 %. Це означає, що більш як 65 % потенціалу урожаю сучасних сортів сої в Україні залишається невикористаним [48; 49].



В Україні в даний час доступний широкий асортимент сортів сої різних груп стиглості. Проте, з огляду на глобальні зміни клімату, що відбуваються в Україні протягом останніх десятиріч, виникає потреба в нових підходах до створення сортів сільськогосподарських культур. В сучасній селекційній роботі основну увагу приділяють адаптивному потенціалу сорту та його здатності адаптуватися до змінних метеорологічних умов [46; 51].

Селекціонери з США досягли значних успіхів у виведенні сортів сої, які мають генетичну модифікацію (ГМО) і стійкі до гербіциду Раундап. Однією з основних переваг цієї сої для фермерів є її висока врожайність та економічність вирощування, оскільки зменшується необхідність витратити час і гроші на боротьбу з бур'янами. Трансгенна соя швидко набула популярності по всьому світу, зокрема, у 2017 році в США вона займала 94 % посівних площ. Сорти ГМО-сої мають потенціал досягати високих врожаїв у 5-6 тон на гектар. Проте, багато вчених висловлюють занепокоєння щодо можливих негативних наслідків вживання ГМО-продуктів для здоров'я людини. Тому більшість вирощеної трансгенної сої використовується для виробництва олії, а також як корм для тварин. Ще більше ГМО-сої використовується для виробництва біодизелю [54; 55; 56].

В Україні згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №114 заборонено промислове виробництво та обіг ГМО, а також продукції, що використовує ГМО. Для забезпечення безпеки харчування важливо, щоб всі продукти з використанням соєвого білка були виготовлені з бобів звичайних сортів - без ГМО. У Європейському Союзі насіння звичайної сої та продукти її переробки коштують дорожче, ніж ГМО, і на них є попит. Також важливо відзначити, що для системи біологічного землеробства придатні лише сорти сої без ГМО з високими симбіотичними властивостями, які забезпечують високу продуктивність без внесення азотних добрив. Проте наразі не встановлено, які саме сорти, внесені до Держреєстру, підходять для цього в зоні зрошення [53; 57; 58].

Вибір правильного сорту є однією з ключових умов для отримання високого врожаю, проте високопродуктивний сорт сам по собі ще не гарантує успішного результату. На сьогоднішній день рівень врожайності сої в Україні залишається низьким. Відомо, що лише 35% генетичного потенціалу сортів сої реалізується в Україні, порівняно з 70-73% в Канаді та США. Це свідчить про те, що майже 65% потенціалу урожаю сучасних сортів сої в Україні залишається невикористаним. Це, в значній мірі, пояснюється тим, що в Україні технологія вирощування сої мало враховує біологічні особливості існуючих сортів, що не дає можливості повністю реалізувати їх урожайний потенціал [60; 63].

Соя випереджає всі інші культури за темпами зростання посівних площ. За останні 10 років в Україні площі під соєю зросли майже вдесятеро, щорічно збільшуючись в середньому на 30%. Сучасний ринок сортів сої динамічний і привабливий, особливо в умовах зростання попиту, проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів залишається досить низькою [61; 64].

Відомо, що сорт може досягти свого урожайного потенціалу лише тоді, коли агротехніка вирощування повністю відповідає його біологічним потребам. Оскільки сорти різноманітно реагують на агротехнічні заходи, для кожного з них необхідно встановлювати оптимальні строки та методи сівби, норми висіву, дози добрив та інше. Без цього не можна досягти повного використання генетичного потенціалу сорту. Завдяки більш повному використанню потенціалу нових сортів можна значно підвищити врожайність культури [62; 66].

У зв'язку з розширенням посівних площ під соєю в Україні, вирощування ранньостиглих сортів, які стійкі до низьких температур у період початкового зростання та до посухи під час подальшого вегетаційного періоду, має велике значення. Посів у більш ранні строки за наявності достатніх запасів вологи у ґрунті дозволить зменшити негативний вплив високих температур на рослини під час періоду плодоутворення та використовувати сою як попередника для озимих культур [67; 68; 69].

В Україні вирощуються різноманітні сорти сої, призначені для різних ґрунтово-кліматичних зон. Вони відрізняються за вимогами до зовнішнього середовища та господарсько-цінними показниками, і протягом всього вегетаційного періоду мають ефективно використовувати всі життєві фактори. Тому основними критеріями вибору сорту є продуктивність, тривалість вегетаційного періоду, стійкість до осипання та вилягання, стійкість до захворювань і пошкоджень від шкідників, а також стійкість до тимчасового перезволоження та посушливих умов [70; 72].

Сучасні сорти повинні бути не лише високоурожайними, а й стійкими до негативних впливів навколишнього середовища. При виборі сорту важливо враховувати зону його розташування, оскільки сорт, який ефективно росте в умовах степової зони, може не забезпечити необхідні результати у лісостеповій зоні. Завдяки праці українських селекціонерів, Україна має найбільший у Європі генофонд і різноманіття сортів сої, які за продуктивністю та вмістом білка не поступаються іноземним аналогам [73; 76].

Сорти сої, розроблені науковими установами України, були впроваджені в виробництво. Серед цих установ: Інститут кормів НААН України, Інститут землеробства південного регіону НААН України, ННЦ Інститут землеробства НААН України, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України, Селекційно-генетичний інститут НААН України, Інститут олійних культур НААН України, Буковинський інститут АПВ, Кіровоградський інститут АПВ, та НСНФ «Соєвий вік». Сучасні сорти сої мають такі характеристики: оптимальну густоту, прямостоячість, обмежену гіллястість, потовщені стебла, трійчасті листки, форму, яка переважно кліноподібна, овально-видовжена або яйцеподібна. Їх листки мають хвилясто-зморшкувату поверхню, а насіння є великим і може мати різний ступінь опушення. Вони можуть висіватися широкорядно або зі звуженими міжряддями, а також використовуватися суцільним рядковим способом з більшою густотою рослин [7; 78; 79; 80].

Більша частина території України має сприятливі умови для вирощування сої, проте навіть у відносно сприятливих районах можуть

спостерігатися негативні погодні умови, які впливають на урожай. Рослини різних груп стиглості сої мають різні біологічні властивості. Наприклад, ранньостиглі сорти в середньому володіють 7 балами за посухостійкістю та 7,2 бала за стійкістю до хвороб. Середньоранні сорти відзначаються рейтингом від 6,7 до 6,9 балів, а середньостиглі - від 6,1 до 6,5 балів. Оптимальна густина рослин впливає на формування основної кількості та маси бобів та насіння на головному стеблі, зменшуючи втрати врожаю при збиранні завдяки вищому прикріпленню бобів нижнього ярусу на рослинах [81; 84].

Вибір сортів сої відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов має величезне значення, оскільки реакція різних сортів на умови вирощування може бути різною. Це підкреслює важливість правильного вибору сортів, що мають гнучкість, що найбільше відповідає специфічним умовам вирощування. Дослідження показують, що навіть переміщення сорту на північ або південь (на відстань до 100 км) може призвести до змін вегетаційного періоду, продуктивності, хімічного складу насіння, стійкості до шкідливих організмів тощо [3; 36].

У сучасному виробництві сорт є основою, на якій ґрунтується вся технологія вирощування. Введення нових, високопродуктивних сортів сої у виробництво є надійним способом забезпечити високі врожаї насіння сої та збільшити її виробництво [27; 31].

Наразі, українські сортові ресурси сої складаються на 80% із вітчизняних сортів і на 20% із іноземних, що створює широкі можливості вибору сортів залежно від умов вирощування. Найбільша частка припадає на сорти сої, які відносяться до швидкостиглої групи — 36,8%, тоді як ранні і середньоранні сорти складають відповідно 26,4% і 26,9% [86; 87].

Отже, лише науково обґрунтований підхід до розташування та раціонального використання сортових ресурсів в умовах різних регіонів України сприятиме ефективному використанню біокліматичного потенціалу та реалізації потенційних можливостей генотипів. Бо можливості сої у

збереженні великої кількості високоякісного білка роблять її дуже перспективною для України.

### **1.3 Особливості формування площі живлення сої**

Соя досягає високого врожаю лише при оптимальній площі для живлення, тому спосіб сівби, розмір міжрядь і кількість насіння є ключовими елементами сортової агротехніки для сої. У сортовому аспекті існує взаємозв'язок між площею для живлення рослин і морфологічними та біологічними характеристиками сортів. Для збільшення врожайності сої важливо підвищувати ефективність використання сонячної енергії, створюючи оптимальні умови для освітлення для кожної рослини і для усїєї рослинності в цілому, рівномірно розподіляючи рослини на площі для живлення у вигляді витягнутого прямокутника або квадрата [82; 83; 90].

Для формування високопродуктивних посівів сої важливе значення мають кількість насіння та розмір міжрядь. Дослідження свідчать, що щільність стояння рослин є важливою складовою сортової агротехніки вирощування сої і ключовим фактором для підвищення її продуктивності. Лише за оптимальної щільності посіву можна досягти максимальної продуктивності сорту. Щодо цього, деякі вчені вказують, що кількість насіння має більший вплив, ніж сам спосіб сівби, на врожайність сої [95; 96].

У посівах з оптимальною щільністю і площею для живлення рослин основна частина бобів (від 64,5% до 70,6%) і насіння формується на головному стеблі. У розріджених посівах цей показник становить 71,5%, а в сильно загущених посівах - 85,2% [98].

На зріджених посівах соя сильно розгалужується, що призводить до утворення багато листя, бобів та насіння. Навіть якщо індивідуальна продуктивність рослин на таких ділянках може бути високою, загальна врожайність з одиниці площі буде нижчою, ніж у посівах з оптимальною

щільністю для живлення. У розріджених посівах утворюються сприятливі умови для росту бур'янів, спостерігається нерівномірне дозрівання бобів, слабке їх закріплення і обрив гілок, що зменшує врожайність на 0,34–0,55 тон на гектар [99; 101].

При сильно загущеному посіві листя рослин рано жовтіє та опадає, вміст хлорофілу в рослинах зменшується, що призводить до зниження продуктивності фотосинтезу. Рослини формують тонке стебло, зменшується маса рослин, кількість бобів та насіння. Бокові гілки майже не утворюються у нижніх міжвузлях та в середній частині стебла, що знижує врожайність сої при загущеному посіві [100; 102].

Основна вимога до норм висіву полягає у досягненні оптимальної щільності рослин на одиниці площі, враховуючи особливості сорту, рівень зволоження, доступність поживних речовин тощо. У цьому питанні науковими установами зібрано значний обсяг експериментальних даних. Проте, зауважують деякі дослідники, питання оптимальних норм висіву та методів посіву сої залишається ще відкритим [103; 105].

Пізньостиглі високорослі сорти сої, що мають розвинену гіллястість і формують велику кількість листя, потребують більшої площі для живлення. При вирощуванні ранньостиглих низькорослих сортів, які менше гілкуються, необхідно збільшувати норму висіву та щільність рослин за умови зменшення ширини міжрядь. Сорти з середнім терміном дозрівання варто висівати з інтервалами міжрядь 45 см, тоді як для середньостиглих та пізньостиглих високорослих сортів рекомендується інтервал 70 см [104; 106].

Дослідження показують, що при оптимальній густині посіву сої рослини розвиваються краще, ефективніше використовують сонячну енергію та утворюють більше репродуктивних органів, що призводить до високих врожаїв. Зріджені або занадто густі посіви знижують врожайність. У густих посівах рослини, затіняючи одна одну, формують тонке стебло з малою кількістю гілок і бобів. Боби у таких посівах розвиваються на верхівках рослин, що призводить до низької насінневої продуктивності. Навпаки, у

зріджених посівах рослини сильно гілкуються, утворюючи багато бобів, але через низьку щільність рослин врожай може бути низьким. Крім того, у зріджених посівах боби знаходяться близько до поверхні ґрунту, що призводить до великих втрат при збиранні [107; 108; 109].

Багато дослідників зауважують, що соя проявляє високу пластичність стосовно густини посіву, що виявляється у зміні індивідуальної продуктивності через різну кількість гілок, бобів, насіння, їхню масу та висоту прикріплення. Дослідження в США показали, що зниження густини посіву на 25-30% не суттєво впливає на врожайність [109; 111; 122].

Проте, у посівах із різним міжряддям збільшення кількості рослин від 200 до 600 тисяч на гектар призводило до збільшення їх висоти відповідно на 10, 14, 9 сантиметрів. У широкорядних посівах зі збільшенням густини рослин з 200 до 600 тисяч на гектар, висота прикріплення нижніх бобів зростала з 5,1 до 8,5 сантиметрів [112].

Інші дослідники зауважують, що, хоча соя має здатність компенсувати зменшення врожаю шляхом підвищення продуктивності окремої рослини, створення оптимальної густоти посівів важливе для досягнення високої продуктивності. У вивчених випробуваннях впливу двох методів висіву насіння — рядкового (15 см) і широкорядного (45 см) — на вісьмох сортах сої найвища висота рослин (64,8–79,5 см) і висота прикріплення нижнього бобу (9,0–12,1 см) спостерігалася при рядковому висіві насіння [12; 55].

Врожайність сої залежить від середньої продуктивності окремої рослини та кількості їх на гектарі. Тому для конкретних умов необхідне поєднання цих показників, що забезпечує найбільшу врожайність з одиниці площі. У дослідях, проведених на зрошуваних землях півдня України, найкращий врожай сої середньостиглого сорту було отримано при висіві з нормою висіву 600 тисяч насінин на гектар схожих насінин. У пізніших дослідях, проведених у цій зоні, було встановлено, що для скоростиглого сорту сої Діона найбільш ефективним є суцільний спосіб висіву з шириною міжрядь 15 см та нормою висіву 1 мільйон насінин на гектар [113; 114].

У Інституті олійних культур НААН найбільша врожайність сої при зрошенні була зафіксована для сорту Сонячна при нормі висіву 700 тисяч насінин на гектар (2,69 тони на гектар), а для сорту Срібна — при нормі висіву 500 тисяч насінин на гектар (2,59 тони на гектар). Вміст білка і жиру практично не змінювався під впливом густоти посіву, проте їхня загальна кількість залежала від рівня врожайності [123; 124].

У дослідах із сортами Агат та Подільська 416 максимальна врожайність сої була зафіксована при нормі висіву 800 тисяч насінин на гектар — для сорту Подільська 416 це склало 1,94 тони на гектар, а для сорту Агат — 1,79 тони на гектар. У дослідах Українського НДІ зрошуваного землеробства найбільша врожайність зерна сої була зафіксована (2,22 тони на гектар) для сорту Херсонська 2 при висіві 400 тисяч насінин на гектар, а для сорту Херсонська 1 — 2,47 тони на гектар при висіві 600 тисяч насінин на гектар [115; 116; 117].

За даними дослідів А. О. Бабича, проведених на зрошуваних землях Дніпропетровщини, найвищу врожайність сої (3,57 тони на гектар) отримано при нормі висіву 400 тисяч насінин на гектар. При нормах висіву 500 та 600 тисяч насінин на гектар рівень врожайності не зростав [14].

В Австралії рекомендується сіяти сою на зрошуваних землях з нормою висіву від 300 до 400 тисяч схожих насінин на гектар. У США і Канаді для забезпечення найвищої врожайності сої при зрошенні рекомендується норма висіву від 250 до 500 тисяч схожих насінин на гектар, залежно від ширини міжрядь. У дослідах, проведених у США, у посівах з різною шириною міжрядь (76 см, 61 см, 91 см, 122 см) при прогалинах у рядку без рослин сої врожайність становила відповідно 3,9 тони на гектар, 3,69 тони на гектар, 3,49 тони на гектар та 3,36 тони на гектар. А у країнах Європейського Союзу (Польща, Румунія, Болгарія, Франція, Німеччина) оптимальна норма висіву сої знаходиться в межах від 400 до 600 тисяч насінин на гектар, залежно від виду сорту і ширини міжрядь [125; 128; 129].

Ширина міжрядь визначається рядом факторів, таких як кліматичні умови регіону, рівень забур'яненості поля, родючість ґрунту, стан ґрунту та



тип сорту сої. При сівбі у пізніший термін, вузькі міжряддя (15 см) забезпечують кращу продуктивність рослин порівняно з широкими (45 см). Оптимальна ширина міжрядь для коренів сусідніх рослин полягає у такій, коли вони стикаються і рівномірно охоплюють орний шар ґрунту [118; 126].

У досліджах, де вивчалися різні методи сівби сої (рядковий, широкорядний з міжряддями 30, 45, 60, 70 см) з густотою 400–500 тисяч рослин на гектар, виявлено, що найефективнішим є метод сівби, який найбільш відповідає біологічним особливостям сорту і сприяє ефективнішому використанню ґрунтової родючості, вологи та світла [119; 120].

У сучасній практиці перевагу надається сівбі з міжряддями 45 та 70 см, оскільки це спрощує процес сівби, зменшує витрати праці та ресурсів на вирощування сої. Однак, в досліджах, проведених на дослідному полі ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, урожайність сортів була вищою на 0,20–0,31 тон на гектар у посівах із шириною рядка 5 см. Розміщення насіння у вузькій смужці шириною 5–6 см сприяло підвищенню урожайності на 0,25–0,30 тон на гектар [130; 131].

У південному Степу збільшення ширини міжрядь до 70 см призводило до зниження врожайності на 0,20–0,21 тон на гектар. На темно-сірих ґрунтах Львівської області найвищу врожайність зерна (1,8 тон на гектар) забезпечував широкорядний посів (45 см) і норма висіву насіння 369 тисяч на гектар [127].

У Тернопільському, Сумському, Кіровоградському НВО „Еліта” найвища врожайність зерна сої – 1,5–1,8 тон на гектар – була у широкорядних посівах з міжряддями 45 см і нормою висіву 400 тисяч насінин [121].

За останні роки встановлено, що сою на зерно доцільно сіяти рядковим способом з такою ж як і при широкорядному посіві нормою висіву. Зі звуженням міжрядь врожайність підвищується на 0,3–0,8 тон на гектар порівняно з широкорядними способами посіву. Рослини дозрівають рівномірно на три–п'ять днів раніше, ніж у широкорядних посівах, а також формують нижні боби у півтора–два рази вище до поверхні ґрунту. Також

посівні якості насіння сої при суцільному посіві поліпшуються, вміст протеїну збільшується на 0,2–2,1% [132; 133].

Досліди, проведені в Інституті кормів НААН, показали, що при ширині міжрядь 15 см врожайність насіння склала 3,26 тон на гектар; при 45 см – 3,17; при 70 см – 2,11 тон на гектар. Використання стрічкового посіву за схемою 45 + (12,5 + 12,5 см) призвело до отримання 3,08 тон зерна [120; 121].

Під час вивчення сої дослідники прийшли до висновку, що оптимальна норма висіву її насіння залежить від біологічних особливостей сорту, зокрема від тривалості вегетаційного періоду, здатності рослин до гілкування, характеру розміщення листків, висоти стебла та інших факторів [135].

Встановлено, що для пізньостиглих високорослих сортів сої, які густо гілкуються, потрібна більша площа живлення, тому норму висіву насіння для таких сортів слід зменшувати, а ширину міжрядь збільшувати. При вирощуванні ранньостиглих, низькорослих сортів, які менше гілкуються, норму висіву необхідно збільшувати з одночасним зменшенням ширини міжрядь. Для досягнення оптимальної густоти рослин найкраще використовувати наступні норми висіву: для ранньостиглих і середньоранніх сортів – 600-700 тисяч схожих насінин на гектар, для середньостиглих – 500-600 тисяч, для пізньостиглих – 400-500 тисяч на гектар. З цього випливає, що з появою нових сортів важливо визначати їх оптимальну норму висіву [136; 138; 158; 159].

У США зменшення ширини міжрядь до 46–25 см або менше приносить приріст урожаю на 10–20% порівняно з більш широкими (76 см) міжряддями. Наприклад, при вирощуванні сої з міжряддями 37 см і розміщенням 4,7 рослин на 30 см рядка урожайність була у середньому на 0,19 тон на гектар вище, ніж при міжряддях 75 см і 10 рослинах на 30 см рядка. У штаті Іллінойс середня врожайність сої при ширині міжрядь 76 см становила 3,28 тон на гектар; при ширині 38 см – 3,59; 18 см – 3,89 тон на гектар, а різні сорти реагували по-різному на зменшення ширини міжрядь. У штаті Небраска урожайність сої при ширині міжрядь 76 см була 2,15; 61 см – 2,27; 38 см – 2,46 тон на гектар, а в

штаті Індіана при сівбі з міжряддями 15 см становила 4,57 тон на гектар; 46 см – 4,64; 91 см – 3,97 тон на гектар. У Канаді при зменшенні ширини міжрядь від 71 см до 18 см урожайність сої підвищувалася на 15,4% [137; 139; 155; 156].

У Молдові звуження міжрядь з 45 до 15 см при висіві 500 насінин на 1 м<sup>2</sup> забезпечило підвищення вмісту протеїну з 37,5% до 38,5%. Також Ф. Ф. Адамень встановив, що при посіві з шириною міжрядь 70 см і густоті рослин 200 тисяч на гектар вміст білка становив 34,7%, а при 300, 400 і 600 тисячах на гектар – відповідно 33,7%; 33,4%; 33,1%. У Південній Україні загушення посівів з 100 тисяч до 350 тисяч рослин на 1 гектар знижувало вміст протеїну з 39,4–38,8% до 37,4%, жиру – з 24,3–24,2% до 21,9% [24; 140; 141; 142].

У ході досліджень, проведених у центральній частині України, виявлено, що продуктивність посівів з різними ширинами міжрядь (15; 45; 70 см) і густотою рослин 500 тисяч на гектар становила відповідно 2,60; 2,73; 2,76 тон на гектар. Зменшення норми висіву з 500 тисяч до 300 тисяч схожих насінин на 1 гектар при ширині міжрядь 45 см призводило до зниження врожайності на 0,24 тони на гектар, а при ширині міжрядь 70 см – на 0,34 тони на гектар [146; 147; 148; 149].

У досліджах Інституту кормів НААН найвищу врожайність зерна (2,53–2,59 тон на гектар) отримано за суцільним рядковим способом сівби з міжряддями 15 см та стрічковим за схемою 45 + (12,5–12,5) см із густотою рослин 700–800 тисяч на гектар [152; 153; 157].

У науковій літературі відзначається, що при виборі норми висіву сої необхідно також враховувати родючість ґрунту. На полях з високою родючістю норма висіву насіння сої повинна бути нижчою, а на полях з низькою родючістю - вищою. Г. П. Лавріченко та співавтори прийшли до висновку, що на полях, де підтримується високий рівень агрофону, зниження норми висіву сої не доцільне [23; 150; 151; 154].

Отже, оптимізації норми висіву та площ живлення і густоти посівів сої варто присвятити більше уваги в контексті оптимізації цих параметрів за сучасного вирощування сої.

## **Висновки до розділу 1:**

Впровадження нових сортів сої викликає гостру необхідність у розробці їхньої сортової агротехніки, зокрема, у визначенні оптимальних норм висіву на різних рівнях живлення. Це дозволить більш повно використовувати потенціал продуктивності цих сортів, ефективніше використовувати насіння та добрива, що в свою чергу сприятиме підвищенню рівня врожайності культури.

Наукова література містить різноманітну, проте часто прямо протилежну інформацію про рекомендації норм висіву та густоти посівів.

Практично відсутні дані щодо комплексного підбору площ живлення (ширини міжрядь та норми висіву) під потреби сучасних сортів сої, що зумовлює актуальність проведення даного дослідження.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень

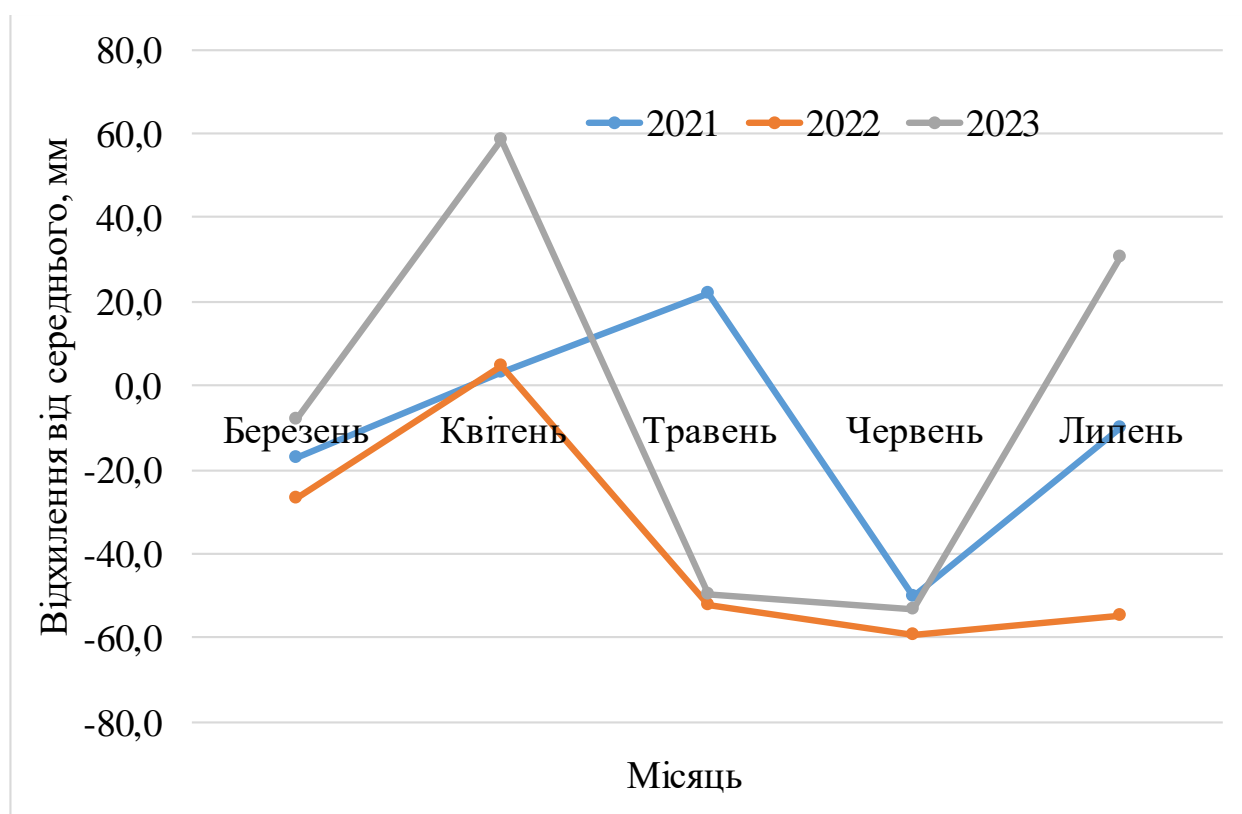
Полеві дослідження з вивчення елементів технології вирощування на ріст, розвиток та формування продуктивності різних сортів сої проведені впродовж 2021–2023 рр. на базі агрономічної дослідної станції НУБіП України (Білоцерківський р-н, с. Пшеничне, Київська обл.). Територіально місце проведення досліджень розташовувалось в межах землекористування господарства на базі ВП Агрономічна дослідна станція (відокремлений підрозділ), а саме, на дослідних ділянках кафедри рослинництва НУБіП України.

Ґрунт на дослідних ділянках за агрохімічною класифікацією належить до типового малогумусного середньо суглинкового чорнозему, що розташований в зоні Лісостепової частини Київської області. Його характеризує грубо пилювата гранулометрична структура з вмістом в середньому від 20 до 25 % глинистих частинок. Орний шар (0-30 см) має зернисто-пилювату структуру, підорний шар виявляє горіхово-зернисту. Глибина ґрунтового водного горизонту становить від 5 метрів. Материнська порода, переважно карбонатний лес, знаходиться на глибині від 180 до 210 см та в своїй структурі має вміст від 9 до 11 % карбонатів кальцію.

Чорноземні ґрунти на дослідних ділянках є високородючими з великим вмістом валових та рухомих форм поживних речовин. Так, за даними агрохімічних обстежень, у верхньому шарі (0-20 см) міститься від 0,27 до 0,31% загального азоту, від 0,15 до 0,25% загального фосфору і від 2,3 до 2,5% калію. Рухомий фосфор (за Мачигінім) становить 33-34 мг / 1000 г ґрунту, а обмінний калій - 98-103 мг / 1000 г ґрунту.

Фактично умови для проведення досліджень відповідають як потребам культури за типом ґрунту так і за необхідним рівнем живлення. А отже, можемо припустити що за агрохімічними характеристиками ґрунту нами дотриманий гарний рівень відповідності умов проведення досліджень умовам регіону.

Аналізуючи перебіг погодних умов що складаються в регіоні важливо саме бачити не просто показники кількості опадів впродовж вегетації сої, а й саме відхилення показників від багаторічного середнього (рис. 2.1), оскільки це дозволяє визначити надлишок або дефіцит дії фактору в плані встановлення нормальності реакції рослин на типові умови регіону.



**Рис. 2.1. Відхилення кількості від середньо багаторічних в умовах Агрономічної дослідної станції НУБіП України, 2021-2023 рр.**

За розподілом опадів 2021 рік був досить строкатим і перш за все в березні їх випало на 17 мм менше норми, що в свою чергу формувало передумови дефіциту опадів перед початком вегетаційного періоду. Проте,

вже в квітні кількість опадів була близькою до багаторічного показника і навіть на 3,0 мм перевищувала його, а в травні на 22,0 мм більшою.

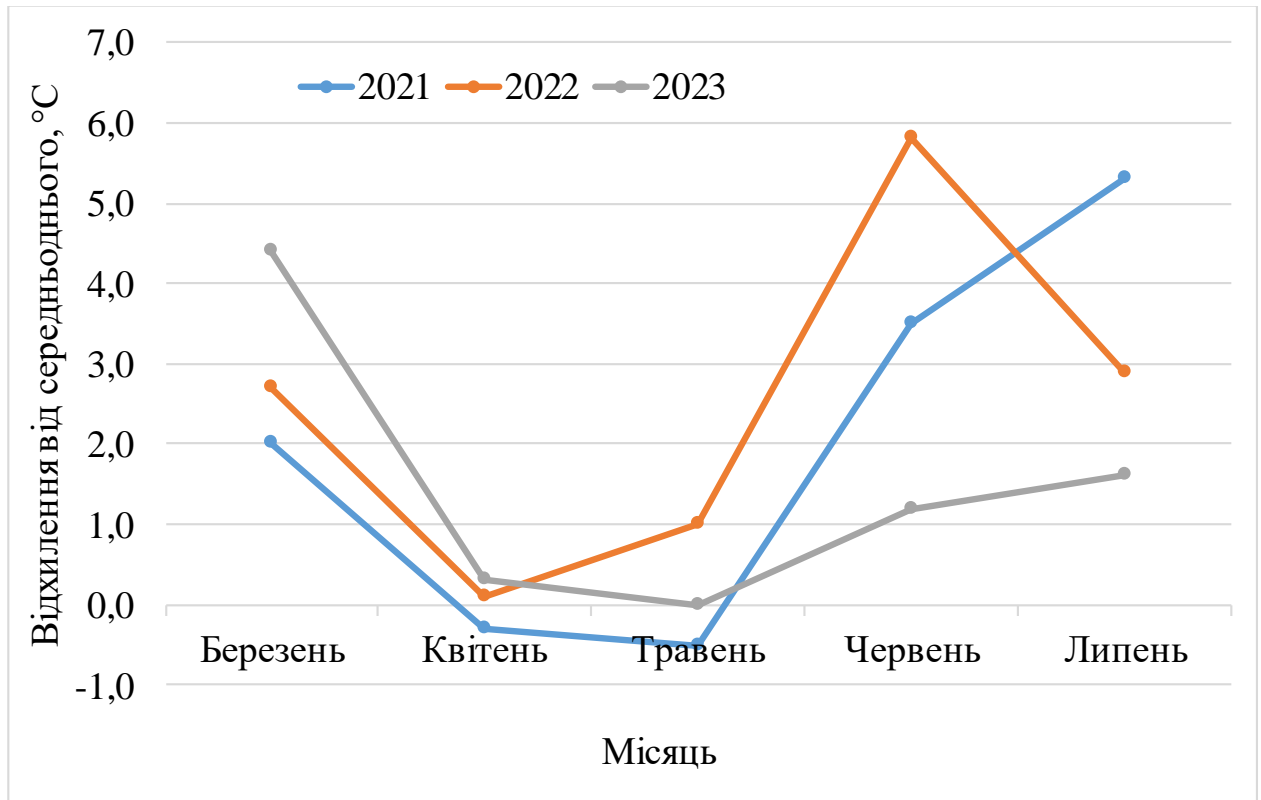
Напротивагу весняним місяцям в червні 2021 року опадів випало на 50,0 мм менше норми, а в липні на 10 мм менше. Дефіцит вологи позначився на подальшому рості та розвитку рослин сої а також формуванні ними достатнього рівня урожайності.

Аналогічно попередньому року проведення досліджень весняний період 2022 року розпочинався з дефіциту опадів і в березні отримано на 27 мм менше норми, а квітень був близький до норми з перевищенням багаторічного на 4,8 мм. Проте найбільш засушливий період спостерігався в травні та в літні місяці, що надзвичайно негативно вплинуло на стан посівів сої, особливо в контексті утворення врожаю. Адже в травні опадів було на 52,4 мм менше норми, в червні на 59,5 мм, а в липні на 54,9 мм. По суті, тривалий період дефіциту опадів вплинув на рослини більш істотно чим чергування сухих та вологих періодів.

В умовах 2023 року в березні ми спостерігали незначний рівень дефіциту опадів і їх випало на 8,2 мм менше норми, тоді як в квітні отримано на 58,3 мм більше багаторічного показника. А тому, наявність достатнього рівня вологості на початку вегетаційного періоду досить гарно вплинула на ріст та розвиток рослин сої і навіть дефіцит опадів на 49,6 та 53,2 мм в травні та червні не спричинили значного зниження рівня продуктивності культури. При цьому досить рясні дощі пройшли в липні і опадів випало на 30,6 мм більше багаторічного показника.

Отже, за режимом зволоження умови Київської області належать до нестійкого рівня вологозабезпечення, при цьому важливим для вирощування сої є початковий період наявності вологи в ґрунті. Якщо в проміжок часу з березня по квітень включно спостерігаються рясні дощі, здатні поповнити запаси продуктивної вологи в ґрунті, то навіть її дефіцит в травні та червні не здатний суттєво зменшити рівень продуктивності культури.

Також проведемо аналіз відхилень значень середньодобової температури повітря від багаторічних, що склалися в умовах Агрономічної дослідної станції (рис. 2.2).



**Рис. 2.2. Відхилення значень середньодобової температури повітря від багаторічних в умовах Агрономічної дослідної станції, в 2021-2023 рр.**

За відхиленнями середньодобової температури повітря порівняно до багаторічних показників березень 2021 року був на 2,0°C теплішим, тоді як квітень та травень на 0,3 та 0,5°C прохолоднішими. Що в свою чергу позначилось на початковому рості сої, як вона потребує достатньої кількості суми активних температур на початку вегетаційного періоду для подальшого ефективного розвитку.

В подальшому ж перевищення середньодобових температур червня та липня на 3,5 та 5,3°C позначалось несприятливо на цвітінні та формуванні і наливі рослинами сої бобів.



Аналогічно попередньому вегетаційному періоду березень 2022 року був на  $2,7^{\circ}\text{C}$  теплішим за норму, проте квітень виявився близьким до норми, а травень теплішим на  $1^{\circ}\text{C}$ , червень та липень на  $5,8^{\circ}\text{C}$  та  $2,9^{\circ}\text{C}$ .

В умовах 2022 року перевищення середньодобових температур повітря понад  $30^{\circ}\text{C}$  в червні місяці сумарно з ґрунтовою посухою призвело до поганої зав'язуваності квіток та подальшої виповненості бобів і суттєвого недобору врожаю порівняно з іншими роками досліджень.

В березні 2023 року спостерігалось перевищення середньодобових показників на  $4,4^{\circ}\text{C}$ , проте квітень та травень були близькі до багаторічної норми, а це сприяло гарному ростові та розвитку сої в початкові періоди вегетації.

Літні місяці червень та липень були помірно жаркими і перевищення температури повітря спостерігалось на  $1,2$  та  $1,6$  C порівняно з багаторічними показниками. Тобто навіть дефіцит опадів в ці місяці не призводив до серйозних наслідків для рослин сої, оскільки не був підкріплений дією надмірних температур повітря.

Також ми визначали коефіцієнти суттєвості відхилень елементів погоди, які власне й визначають варіабельність ознаки по відношенню до середньо багаторічного показника (таблиця 2.1).

При цьому, вважається що погодні умови є близькими до звичайних коли коефіцієнт суттєвості відхилень елементів погоди перебуває в межах від 0 до 1. Коли ж його значення набувають числового виразу в межах від 1 до 2, то такі умови належать до таких що істотно відрізняються від середніх багаторічних, а в випадку перевищення показника 2 – маємо погодні умови наближені до екстремальних.

Отже, за опадами в 2021 році березень істотно відрізнявся від середніх показників, квітень та травень мали умови близькі до звичайних, червень також мав істотні відхилення від середніх, а в липні знову склались умови вологозабезпечення що були за своїми параметрами близькі до середніх багаторічних.

**Коефіцієнт суттєвості відхилень основних елементів погоди за  
вегетаційні періоди 2021-2023 рр.**

Місяць	Кількість опадів		
	2021	2022	2023
Березень	-1,46	-2,33	-0,71
Квітень	0,11	0,17	2,09
Травень	0,60	-1,42	-1,34
Червень	-1,82	-2,17	-1,94
Липень	-0,28	-1,55	0,86
Температура повітря			
Березень	1,10	1,48	2,42
Квітень	-1,20	0,40	1,20
Травень	-0,79	1,59	0,00
Червень	1,36	2,26	0,47
Липень	2,37	1,29	0,71

Натомість наступний вегетаційний період 2022 року був більш екстремальним і вже в березні ми спостерігали умови наближені до екстремумів, квітень був близьким до середніх, а травень мав істотні відхилення, тоді як в червні знову були визначені екстремальні відхилення елементів погоди, а в липні – істотні.

В березні 2023 року елементи погоди за волого забезпеченням не відрізнялись від середніх, тоді як квітень був екстремально вологим, а травень та червень мали істотні відхилення від багаторічних в бік нестачі вологи, що позначалось на розвитку культури.

Якщо ж аналізувати відхилення середньодобових елементів температури повітря, то в 2021 році березень та квітень істотно відрізнялись від середніх, травень був близьким до норми, червень знову мав істотність відхилень елементів погоди від середньобагаторічних, а липень виявився екстремально жарким.

В умовах 2022 року температура повітря в березні істотно відрізнялась від багаторічних, тоді як в квітні була близька до норми, а травні знову спостерігали істотність відхилень, а в червні – екстремальні значення, після чого істотно жарким був і липень.

За відхиленнями температури повітря 2023 рік виявився найбільш комфортним для рослин, оскільки лише в березні були екстремальні відхилення температури повітря, які ще не мали впливу на рослини сої. Тоді як, з решти місяців, лише квітень був істотно теплішим від середньобагаторічного, а решта місяців, особливо літніх, перебувала в межах норми допустимих відхилень. Це дуже важливо, оскільки соя досить сильно потерпає від впливу надмірних температур повітря особливо на час цвітіння та зав'язування бобів.

Отже, за коефіцієнтами суттєвості відхилень основних елементів погоди також підтверджено, що найкращі умови для росту та розвитку сої складались в 2023 році а також гарні умови були в 2021 році. При цьому умови 2022 року не сприяли формуванню високого рівня продуктивності посівами сої.

Загалом, за роки досліджень, нерівномірний розподіл опадів та чергування прохолодних та жарких періодів впродовж вегетації сої впливало на розвиток рослин та формування ними продуктивності. Проте, цілком закономірно, що в умовах зони нестійкого зволоження чергуються як вологі так і засушливі періоди, тому такі погодні умови сприяли всебічному виявленню нами усіх взаємодій факторів досліду.

## **2.2. Схема та методика проведення досліду**

Польові дослідження проведені впродовж 2021–2023 рр. на базі агрономічної дослідної станції НУБіП України. Трифакторний польовий дослід з вивчення особливостей формування продуктивності сортів сої залежно від агротехнічних факторів впливу мав наступні градації: чинник А –

сорти сої, чинник В – способи сівби, чинник С – норми висіву насіння.

Схема досліду

Чинник А: Сорт	Чинник Б: Спосіб сівби	Чинник В: Норма висіву, тис. шт./га
Сірелія		450
Сайдіна		600
Вишиванка		750
Жаклін		

Площа дослідної ділянки – 30 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Повторність чотирьохразова, розміщення варіантів рендомізоване.

У досліді закладалось 36 варіантів у чотирьохразовій повторності з загальною кількістю ділянок 36 x 4 = 144.

Площа живлення однієї рослини за ширини міжрядь 19 см та норми висіву 450 тис. шт./га була 222,2 см<sup>2</sup>, 600 – 166,7 та 750 – 133,3 см<sup>2</sup>. Ідентичною була площа живлення і за ширини міжрядь в 38 см, проте, в цьому випадку вона була в вигляді прямокутника, коли за міжрядь в 19 см – ближче до квадратної. Комбінація міжрядь в 19 + 38 см представлялась як поєднання ідентичних площ живлення квадратної та прямокутної форми.

Під час виконання польових досліджень, а власне проведенні фенологічних спостережень, користувались «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур». За настання фази брали час коли характерна ознака спостерігалась не менше як у 10 % рослин, а повну фазу визначали опираючись на присутність візуального прояву ознаки не менше чим у 75 % рослин [88].

Густоту посівів визначали на час настання повних сходів, а також перед збиранням урожаю сої. Для розрахунків користувались рамками розміром 1 м<sup>2</sup> результати яких перераховували на гектарну площу [88].

Відсоток виживання рослин визначали як різницю між густотою посівів перед збиранням та густотою на час повних сходів виражену у відсотках [88].

Висоту рослин сої вимірювали лінійкою використовуючи не менш чим 25 рослин по діагоналі ділянки кожного повторення [92].

Площу листової поверхні за фазами розвитку визначали методом «висічок».

Фотосинтетичний потенціал (млн м<sup>2</sup>-дн./га) розраховували за методикою Нечипоровича А.О. [97]:

$$\Phi\Pi = \frac{[(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2 \dots]}{2}$$

$L_1 + L_2$  – сумарна площа листя двох облікових періодів, тис. м<sup>2</sup>/га;  $T_1, T_2$  – тривалість міжфазного періоду.

Чисту продуктивність фотосинтезу (г/м<sup>2</sup> за добу) було визначено за наступним рівнянням [97]:

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T}$$

$B_1, B_2$  – суха речовина накопичена рослинами на час настання двох сусідніх облікових періодів;  $L_1, L_2$  – сумарна площа листя двох облікових періодів;  $T$  – міжфазного періоду.

Симбіотичну активність посівів сої розраховували за методикою Посипанова Г.С [47; 89].

Структуру врожаю аналізували пробними снопами, використовуючи по 25 рослин відібраних у двох несуміжних повтореннях. При цьому встановлювали висоту прикріплення нижнього бобу, кількість бобів та кількість насінин на рослині, насінин у бобі, масу насіння [89].

Урожай обліковували суцільно поділяночно в подальшому проводячи перерахунок на стандартну вологість та повну чистоту зерна.

Масу 1000 насінини визначали за ДСТУ 4138–2002 [52].

Вміст протеїну – методом К'ельдаля.

Вміст олії екстрагуванням етиловим ефіром в апараті Сокслета.

Економічну ефективність вирощування проводили беручи до розрахунків технологічні карти вирощування та ринкову вартість зерна і усіх складників технології необхідних для отримання врожаю.

Енергетичну ефективність розраховували за методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненка [85].

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили використовуючи програмні продукти Excel та Statistica 6.0.

### 2.3. Характеристика досліджуваних сортів сої

Для оптимізації елементів технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України ми вирощували чотири сої. Характеристика яких наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

#### Коротка характеристика досліджуваних сортів сої

Сорт	Тривалість вегетацій-ного періоду, днів	Висота прикріплення нижнього боба, см	Висота рослини, см	Стійкість до вилягання, бал	Стійкість до осипання насіння, бал	Посухо- стійкість, бал	Стійкість до хвороб, бал
Сірелія	106	11	72	9	9	8	8
Сайдіна	130	14	78	9	9	9	9
Вишиванка	110	12	69	8	8	8	9
Жаклін	99	12	69	8	8	8	8

**Сорт Сірелія** (рис. 2.3) був внесений до державного реєстру у 2019 році. Він має вегетаційний період тривалістю 106-111 днів та виростає у висоту від 54,4 до 85,5 см. Цей сорт характеризується високою стійкістю до вилягання (8-9 балів), обсіпання (8-9 балів), посухи (7-8 балів), пероноспорозу (8-9 балів), аскохітозу (8-9 балів), бактеріозу (9 балів), септоріозу (8-9 балів) та фузаріозу (8-9 балів).



**Рис. 2.3. Соя сорту Сірелія**

Вміст білка в зернах коливається від 34,7% до 39,0%, а вміст олії становить від 22,7% до 24,3%. Сорт має тип росту індетермінантний, а маса тисячі зерен може досягати 220 грам. Кріплення нижнього боба знаходиться на висоті 12-13 см, а квітка має фіолетовий колір. Насінневий рубчик цього сорту є чорного кольору.

**Сорт Сайдіна** (рис. 2.4) є середньораннім високопродуктивним сортом, що має високий вміст білку. Він відзначається стійкістю до вилягання та осипання. Маса 1000 насінин може досягати до 240 грам. Середня висота

рослини коливається від 80 до 85 сантиметрів, а висота кріплення нижнього боба становить 13-14 сантиметрів. Сорт виявляє толерантність до аскохітозу та переноспорозу, а також виявляє високу толерантність до септоріозу. Він придатний для вирощування у всіх областях України. Сорт сої Сайдіна має напівдетермінантний тип росту та вегетаційний період тривалістю 115 днів. Вміст протеїну в ньому становить від 43% до 45%.



**Рис. 2.4. Соя сорту Сайдіна**

Квітка цього сорту має фіолетовий колір, а насінневий рубчик є чорного кольору.

*Сорт Вишиванка* (рис. 2.5) був включений до Реєстру сортів рослин України у 2019 році. Його період вегетації триває 110 днів, потенційна врожайність становить від 3,5 до 3,7 тонн на гектар, а вміст білка складає 40%. Цей сорт відрізняється великим насінням, маса 1000 насінин становить від 200 до 210 грам. Він також має стійкість до найпоширеніших хвороб і



розтріскування бобів.

Висота рослини коливається від 68,5 до 82,5 сантиметрів. Щодо стійкості, він має оцінку 8-9 балів до вилягання, 8 балів до обсіпання, 8 балів до посухи, 9 балів до пероноспорозу, 9 балів до аскохітозу, 8-9 балів до бактеріозу, 9 балів до септоріозу і 9 балів до фузаріозу. Вміст олії в насінні становить від 21,8% до 22,9%.



**Рис. 2.4. Соя сорту Вишиванка**

Сорт Жаклін був включений до державного реєстру в 2020 році. Тривалість його періоду вегетації становить від 99 до 112 днів, а висота рослини коливається від 61,9 до 85,5 см. Щодо стійкості, він має оцінку від 7 до 9 балів до вилягання, 8 балів до обсіпання, 7-8 балів до посухи, 8 балів до пероноспорозу, 9 балів до аскохітозу, 8-9 балів до бактеріозу, 8-9 балів до септоріозу і 9 балів до фузаріозу. Вміст білка у насінні становить від 34,1% до 39,2%, а вміст олії - від 20,5% до 23,1%. Цей сорт був виведений методом

багаторазового індивідуального добору з гібриду, отриманого від схрещування Іскра/Єлена. Жаклін належить до маньчжурського підвиду і апробаційної групи україніка. Висота прикріплення нижніх бобів становить від 13 до 15 см. Стебло має коричневий колір з рудим опушенням. Насіння овальне і жовте, а їх рубчик - коричневого кольору, середнього розміру і овальної форми з білим "вічком".



**Рис. 2.6. Соя сорту Жаклін**

Маса 1000 насінин становить від 168 до 170 грам. Цей сорт стійкий до ураження найпоширенішими хворобами і витримує понижені температури під час цвітіння та плодоутворення. Завдяки своїй швидкостиглості, він може використовуватись як попередник для озимих культур.

#### **2.4. Агротехніка вирощування сої за роки досліджень**

Технологія вирощування сої була рекомендована для зони Правобережного Лісостепу, змінювались за вирощування культури лише елементи технології згідно схеми досліджу. Попередник – ярі колосові культури, а зокрема ячмінь ярий.

В якості основної обробки ґрунту використовували зяблеву оранку (лушення стерні на 6-8 см та подальша оранка на глибину 25 см). Передпосівний обробіток на дослідних ділянках проводили безпосередньо перед сівбою культури. Система удобрення культури включала внесення 100 кг/га нітроамофоски (NPK 16:16:16).

Ранньовесняне боронування виконували на час настання фізичної стиглості ґрунту, а за 4 дні до сівби вносили ґрунтовий Харнес (2,2 л/га) з подальшою заробкою його в ґрунт.

Обробку насіння сої інокулянтном Хістік Соя, що містить у своєму складі штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium* 532с, проводили в день сівби нормою 400 г препарату на 120 кг насіння.

Сівбу розпочинали за температури ґрунту на глибині загортання насіння 10–12°C за допомогою сівалки Great Plains 3P606NT на кінцеву густоту.

Контроль чисельності бур'янів здійснювали шляхом внесення гербіцидів Базагран у нормі 3,0 л/га та Хармоні (6 г/га у фазу двох справжніх листків сої).

Захист посівів сої від шкідників включав застосування інсектициду Карате Зеон (діюча речовина лямбда-цигалотрин 50 г/л) у нормі 0,150 л/га.

Збирання та облік урожаю проводили за повної стиглості культури (за шкалою росту і розвитку сої ВВСН-99 – стадія збирання врожаю зерна).

Під час вегетації також застосовували позакореневі підживлення посівів мікродобривами на хелатній основі.

Збір урожаю виконували суцільно подільночно за настання повної стиглості рослин сої використовуючи для цього комбайн «Sampro-130».

## **Висновки до розділу 2**

1. Грунтово-кліматичні умови типові для Правобережного Лісостепу України та дозволяють посівам сої реалізувати гарний рівень біологічної продуктивності.

2. Погодні умови в роки досліджень мали нерівномірний розподіл опадів та чергування прохолодних та жарких періодів впродовж вегетації сої. Проте, цілком закономірно, що в умовах зони нестійкого зволоження чергуються як вологі так і засушливі періоди, тому такі погодні умови сприяли всебічному виявленню нами усіх взаємодій факторів досліду.

3. Схема методика проведення досліджень, польові досліді та лабораторні аналізи виконувались згідно загальноновизнаних науковцями методик з агрономії, що дозволило отримати достовірні наукові дані.

5. Агротехніка вирощування сої була загальноприйнятою для зони Правобережного Лісостепу України за виключенням досліджуваних елементів.

### Розділ 3

## РІСТ ТА РОЗВИТОК СОРТІВ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЛОЩІ ЖИВЛЕННЯ

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є надзвичайно важливою культурою для всього сучасного світу, завдяки її широкому використанню на корм, споживання та промислові цілі [160]. Насіння сої містить від 33 до 45 % білка, що характеризується сприятливим амінокислотним складом; від 18 до 24 % жиру, половина з яких ненасичені жирні кислоти; і лише від 5 до 8 % сирової клітковини [161]. Вони також є джерелом багатьох цінних сполук, таких як вітаміни, мінеральні солі та антиоксиданти [162; 163].

Соеві боби забезпечують близько 29 % світових поставок споживчої рослинної олії та 71 % світових поставок соєвого шроту [164]. Соєва олія підходить для безпосереднього споживання, а також для очищення інших рослинних жирів. Жирнокислотний склад сої визначається генетично, але також може бути змінений погодними умовами або внесенням добрив [165; 166]. Соеві боби також використовуються у фармацевтичній та хімічній промисловості. Це чудове джерело біоактивних пептидів, які мають оздоровчі властивості [167].

Вирощування сої, виду сімейства бобових, має додаткові економічні та екологічні переваги завдяки здатності симбіотичних бактерій *Bradyrhizobium japonicum* сприяти біологічній фіксації азоту. Кількість симбіотично засвоєного азоту залежить від генетичних властивостей бобової рослини, її симбіонтів, а також низки факторів зовнішнього середовища та агротехнічних обробок [168; 169]. Адже, соя в симбіозі з *B. japonicum* може фіксувати від 40 до 300 кг N/га· на рік [170]. Як наслідок, рослина має низьку потребу в мінеральному азоті, а вирощування приносить користь ґрунтовому середовищу та підвищує врожай наступних культур [171; 172].

Соя також покращує фізико-хімічні властивості ґрунту. Завдяки потужній, добре розвиненій кореневій системі він позитивно впливає на

структуру та родючість ґрунту через кореневі виділення, які активізують рухливість і мінералізацію поживних речовин [161].

Соя відноситься до культур короткого дня з високими температурними вимогами [173; 174; 175], тому отримання задовільного врожаю в умовах помірного клімату є складним. Кліматичні умови для вирощування сої в Центральній і Північній Європі подібні до умов в інших північних країнах, таких як південь Канади. Лімітуючими факторами для вирощування є специфічні вимоги до фотоперіоду цього виду, а також температура й опади, переважно під час проростання та цвітіння [176].

Для проростання соєвих бобів потрібна температура ґрунту не менше 8°C і достатня кількість теплих днів із базовою температурою 10°C [177]. Так, деякі дослідники стверджують, що соя вирощена навіть в умовах в Польщі, може зазнавати несприятливих теплових умов навесні та влітку, які характеризуються високою частотою та мінливістю по роках. Особливо небезпечні весняні заморозки, причому існує суттєва тенденція до збільшення кількості днів із помірними та сильними пізньовесняними заморозками та запізненням на кілька днів дати останнього заморозку [178]. З іншого боку, виявлено сприятливу достовірну тенденцію щодо зсуву настання періоду досягнення температури ґрунту 8°C на глибині 5 см (дата сівби сої), підвищення середньої температури та подовження вегетаційного періоду з відповідними тепловими умовами для сої, що свідчить про можливість вирощування її в регіонах Центральної Європи з помірним кліматом [179].

Урожайність змінюється з року в рік і залежить від внутрішніх і зовнішніх факторів (середовища), включаючи стреси. Фактори стресу можна розділити на дві групи: біотичні (конкуренція, алелопатія, інвазія патогенів) і абіотичні (висока і низька температура, дефіцит і надлишок води, шкідлива радіація, засоленість, забруднення, пестициди та інші). Дія стресових факторів може призвести до оборотних або незворотних порушень у функціонуванні рослини та структур, що її будують. Ці порушення можуть полягати в порушеннях росту і розвитку рослин, метаболічних процесів, що відбуваються

в клітині, а також у зміні фізико-хімічних властивостей клітинних структур [180].

Отже, вивченню закономірностей росту та розвитку сортів сої в умовах Правобережного Лісостепу України слід присвятити більше уваги.

### 3.1. Ріст і розвиток сортів сої

Дослідимо закономірності тривалості міжфазного періоду сходи-початок цвітіння рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

**Особливості тривалості міжфазного періоду сходи-початок цвітіння рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, діб, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	39,7	43,7	41,7	37,0
	600	39,7	43,7	41,7	37,0
	750	39,7	43,7	41,7	37,0
19+38	450	39,7	43,7	41,7	37,0
	600	39,7	43,7	41,7	37,0
	750	39,7	43,7	41,7	37,0
38	450	39,7	43,7	41,7	37,0
	600	39,7	43,7	41,7	37,0
	750	39,7	43,7	41,7	37,0
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,26; ширини – 0,22; норми – 0,22; загальна – 0,77			

За результатами проведених досліджень було визначено, що в середньому по роках тривалість міжфазного періоду від сходів до початку цвітіння залежала в цілому від біологічних особливостей досліджуваних сортів сої, а також впливу погодних факторів на ріст та розвиток рослин. В середньому ж тривалість міжфазного періоду в сорту Сірелія була 39,7 діб, в сорту Сайдіна – 43,7 діб, в сорту Вишиванка – 41,7 а в Жаклін – 37,0 діб.

Визначимо особливості тривалості міжфазного періоду цвітіння-початок утворення бобів рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

**Особливості тривалості міжфазного періоду цвітіння-початок утворення бобів рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, діб, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	12,7	15,3	12,7	11,3
	600	12,7	15,3	12,7	11,3
	750	12,7	15,3	13,7	12,0
19+38	450	12,7	15,3	12,7	11,3
	600	12,7	15,3	12,7	11,3
	750	12,7	15,3	13,7	12,0
38	450	12,7	15,3	13,3	11,7
	600	12,7	15,3	14,3	11,7
	750	12,7	15,3	14,3	12,3
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,35; ширини – 0,31; норми – 0,31; загальна – 1,06			

На відміну від попереднього облікового періоду, застосування агротехнічних заходів вирощування вплинуло на тривалість міжфазного



періоду цвітіння-початок утворення бобів по окремих варіантах досліду в окремих сортів. Хоча й отримані закономірності перебували в межах помилки досліду, тобто мали не істотний характер відхилень.

Так, встановлено, що в сорту Вишиванка тривалість міжфазного періоду була на одну добу більшою за висівання рослин з густотою в 750 тис. шт./га на варіантах ширини міжрядь 19+19+19 см та 19+38+19 см. В сорту ж Жаклін підвищена густота посівів сприяла незначному збільшенню тривалості міжфазного періоду по всіх варіантах ширини міжрядь.

Узагальнимо особливості тривалості міжфазного періоду початок утворення бобів – досягання рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

**Особливості тривалості міжфазного періоду початок утворення бобів – досягання рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, діб, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	42,0	49,7	42,0	38,0
	600	42,0	50,0	42,0	38,7
	750	43,0	51,0	43,3	39,7
19+38	450	42,0	49,7	42,0	38,0
	600	42,0	50,0	42,3	38,7
	750	43,0	51,0	43,0	39,7
38	450	42,3	50,7	43,0	39,3
	600	42,7	51,3	44,0	40,7
	750	43,7	52,3	45,0	41,3
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,62; ширини – 0,54; норми – 0,54; загальна – 1,86			

В міжфазний період початок утворення бобів – досягання усі досліджувани нами сорти сої проявляли чітку тенденцію до подовження тривалості вегетації по мірі збільшення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га. Проте, отримані відхилення не перевищували показники найменшої істотної різниці, тобто мали тенденційність вияву спрямування ознаки.

Загалом же тривалість вегетаційного періоду в сорту сої Сірелія становила 105 діб, в Сайдіна – 122 доби, Вишиванка – 109 діб, а в сорту Жаклін – 98 діб.

Проаналізуємо дані польової схожості насіння сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

**Особливості польової схожості насіння сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, %, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	92,3	92,1	91,8	91,2
	600	92,1	91,8	91,5	90,8
	750	91,2	91,0	91,0	90,6
19+38	450	92,3	92,5	91,8	91,1
	600	91,9	92,2	91,4	90,8
	750	91,1	91,5	90,8	90,5
38	450	91,6	91,1	91,0	90,2
	600	90,9	90,4	90,0	89,8
	750	90,2	89,9	89,7	89,5
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,24; ширини – 0,20; норми – 0,20; загальна – 0,71			

Передусім польова схожість насіння визначалася біологічними особливостями сортів, та якістю отриманого насінневого матеріалу. Оскільки

якість насіння була досить гарною, то в сорту Сірелія середня схожість становила 91,5 %, в сорту Сайдіна – 91,4 %, в Вишиванка – 91,0 %, а в сорту Жаклін – 90,5 %.

Фактори дослідів впливали на формування цього показника, проте усі відхилення схожості сортів сої за застосування ширини міжрядь 19+38+19 см, порівняно з шириною в 19+19+19 см були не достовірними. Натомість за ширини міжрядь 38+38+38 см в сорту Сірелія схожість була на 0,94 %, в Сайдіна на 1,16 %, в Вишиванка на 1,18 %, а в Жаклін на 1,02 % меншою чим за міжрядь в 19 см. Проте, отриману закономірність слід пояснювати разом з аналізом польової схожості насіння за різних норм висіву, адже по мірі збільшення норми ми спостерігаємо зменшення цього показника. Навіть в цілому за норми 750 тис. шт./га в сорту Сірелія схожість була менше на 1,2 %, в Сайдіна – 1,1 %, Вишиванка – 1,0, а Жаклін – 0,6 %.

Розглянемо частки впливу факторів дослідів на формування польової схожості сої (рис. 3.1).

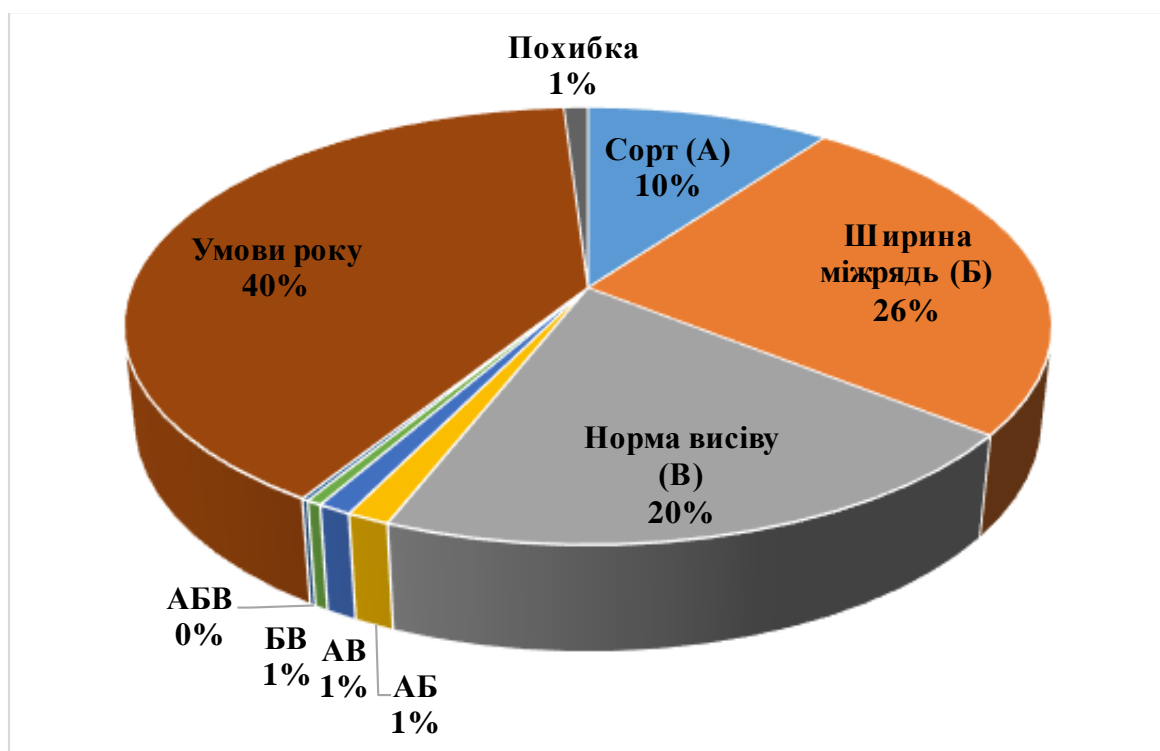


Рис. 3.1. Вплив факторів дослідів на формування польової схожості сої

В продовження отриманих закономірностей можемо сказати, що на підставі аналізу часток впливу факторів найбільш вагомі зміни польової схожості спричиняли погодні умови на початку вегетації сої (40 %). При цьому досить вагомий вплив проявляв фактор ширини міжрядь (26 %), а норма висіву – 20 %, тоді як фактор сорту впливав на формування ознаки на 10 %.

Отже, за дефіциту вологи на час проростання сої спостерігались взаємодії густоти посівів та ширини міжрядь по впливу на польову схожість насіння сої. При цьому, більші норми висіву на вузькорядних міжряддях менше знижували схожість чим на широкорядних, де саме завдяки близькому розташуванню насінин і спостерігався локальний дефіцит вологи.

Висвітливо закономірності формування густоти посівів на час повних сходів сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

**Особливості густоти посівів на час повних сходів сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт./м<sup>2</sup>, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	41,5	41,5	41,3	41,0
	600	55,2	55,1	54,9	54,5
	750	68,4	68,3	68,3	67,9
19+38	450	41,5	41,6	41,3	41,0
	600	55,2	55,3	54,8	54,5
	750	68,3	68,6	68,1	67,9
38	450	41,2	41,0	41,0	40,6
	600	54,6	54,2	54,0	53,9
	750	67,7	67,4	67,3	67,1
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,15; ширини – 0,13; норми – 0,13; загальна – 0,44			

На час формування повних сходів в середньому по досліді за використання ширини міжрядь 19+38+19 см не спостерігали значних достовірних відхилень в густоті посівів порівняно з міжряддями в 19+19+19 см. Лише вирощування рослин сої з міжряддями в 38+38+38 см сприяло зменшенню густоти посівів порівняно до ширини міжрядь в 19 см в сорту Сірелія на 0,58 шт./м<sup>2</sup>, в сорту Сайдіна на 0,70, в Вишиванка на 0,73 а в Жаклін на 0,62 шт./м<sup>2</sup>.

Загалом же посіви сої мали достатній рівень густоти, навіть за умови посилення конкурентної боротьби за фактори живлення в загущених посівах з високою нормою висіву.

Проаналізуємо особливості густоти посівів перед збиранням сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

**Особливості густоти посівів перед збиранням сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт./м<sup>2</sup>, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	36,5	34,2	34,7	34,3
	600	49,9	47,3	48,0	47,5
	750	62,8	60,1	60,8	60,7
19+38	450	34,9	35,1	33,9	33,9
	600	48,1	48,2	46,9	47,4
	750	61,0	61,0	59,9	60,4
38	450	34,1	33,8	32,4	32,3
	600	46,8	46,6	44,9	45,1
	750	59,7	59,1	57,7	57,9
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,36; ширини – 0,31; норми – 0,31; загальна – 1,07			

В цілому, на час збирання посіви сої були в задовільному стані та мали достатню густоту. Так, в сорту Сірелія, за норми висіву в 450 тис. шт./га вона була 35,2 шт./м<sup>2</sup>, за норми в 600 тис. шт./га – 48,3 шт./м<sup>2</sup>, а за норми в 750 тис. шт./га – 61,2 шт./м<sup>2</sup>. Аналогічно сорт Сайдіна мав показники густоти посівів в 34,4, 47,1 та 60,1 шт./м<sup>2</sup>, Вишиванка – 33,7 шт./м<sup>2</sup>, 46,6 та 59,5 шт./м<sup>2</sup>, а сорт Жаклін – 33,5, 46,6 та 59,7 шт./м<sup>2</sup>.

Аналогічно до попередньої фази обліку за використання ширини міжрядь 19+38+19 см не спостерігали значних достовірних відхилень в густоті посівів порівняно з міжряддями в 19+19+19 см, за винятком сорту Сірелія, де зниження склало 1,77 шт./м<sup>2</sup>. Тоді як вирощування рослин сої з міжряддями в 38+38+38 см сприяло достовірному зменшенню густоти посівів порівняно до ширини міжрядь в 19 см в сорту Сірелія на 2,85 шт./м<sup>2</sup>, в сорту Вишиванка на 2,86 а в Жаклін на 2,42 шт./м<sup>2</sup>.

### **3.2. Формування фотосинтетичних параметрів посівів**

Сонячна радіація є вирішальним екологічним фактором, який визначає наскільки ефективно можна вирощувати культуру та отримувати гарні врожаї сої. Реакція рослин цього виду на тривалість світлового дня впливає на репродуктивні процеси, такі як початок цвітіння, цвітіння, плодоношення та виповнення насіння, визначаючи час початку та кінця кожної з цих фаз розвитку, а також швидкості змін в межах рослини [181].

У проростаючих проростках світло активує фотоморфогенез, запускаючи перехід від гетеротрофного до автотрофного росту [182; 183; 184]. Світло пригнічує ріст гіпокотилля, сприяє відкриттю сім'ядолей і активує експресію світлорегульованих генів [185].

Вплив світла на сім'ядолі/гіпокотилі має значний вплив на ініціацію інфекції *Rhizobium* і розвиток бульбочок на первинному корені проростків сої. Вплив світла полягає в суттєвому пригніченні утворення вузлів на первинному

корені. Це пригнічення спостерігається, якщо перед інокуляцією сім'ядолі/гіпокотиль сої спочатку піддають дії світла, тоді як вплив світла на сім'ядолі/гіпокотиль сої після інокуляції може значно збільшити утворення бульбочок [186].

Також проведені дослідження, які показують що цвітіння, а також час дозрівання сортів сої регулюються генетичними факторами, факторами середовища та їх взаємодією [188].

Урожайність деяких сортів сої може бути значно знижена, якщо їх вирощувати за межами нормальних широт придатних для вирощування даних сортотипів [191]. Низькоширотні екотипи більш чутливі до незалежних та інтерактивних фототеплових ефектів порівняно з високоширотними екотипами [187; 188].

Для індукції цвітіння більшості сортів цього виду потрібна довжина світлового дня. Проте, висока чутливість сої до фотоперіоду означає, що культивування окремих сортів зазвичай обмежується вузьким діапазоном широт [188; 190]. Коли сорти сої, адаптовані до нормальних широт, висівають у низьких широтах, то вони рано цвітуть, утворюють низькі рослини та розвивають мало стручків. І навпаки, коли сорти, адаптовані до низьких широт, висівають у районах нормальних широт, то вони зацвітають занадто пізно і зазвичай не можуть завершити свій життєвий цикл до настання холодних зимових температур. Адаптація до умов вегетації у нижчих широтах передбачає затримку цвітіння, що подовжує вегетативний ріст для максимального потенціалу врожайності [189].

Отже, правильний підбір сортів в плані їх регіонального поширення, а також формування умов до утворення гарної фотосинтетично активної листової поверхні є запорукою до накопичення високого рівня продуктивності посівів. Водночас, такі оптимізаційні завдання є актуальними до вивчення в контексті отримання нової інформації про вже поширені у виробництві сорти сої.

Проаналізуємо особливості формування кількості листків на рослинах сортів сої в фазу цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

**Кількість листків на рослинах сортів сої в фазу цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт./рослину, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	50,0	51,8	51,0	54,0
	600	52,2	53,2	52,2	56,1
	750	53,8	54,1	53,0	58,1
19+38	450	50,4	52,1	50,9	53,9
	600	53,3	53,2	52,1	56,0
	750	54,6	54,3	52,8	58,0
38	450	51,9	53,4	53,2	55,9
	600	55,6	55,0	54,2	57,9
	750	56,2	56,6	55,0	58,9
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,16; ширини – 0,14; норми – 0,14; загальна – 0,48			

В дану фазу в сорту Сірелія середня кількість листків на рослину становила 53,1 шт., для сорту Сайдіна цей показник був 53,7, в Вишиванка – 52,7, а в Жаклін – 56,5 шт.

Середня кількість листків сорту Сірелія, в випадку вирощування з шириною міжрядь 19+19+19 см становила 52,0 шт./рослину, в сорту Сайдіна – 53,0, в Вишиванка – 52,1, а в Жаклін – 56,1 шт./рослину. При цьому, за збільшення міжрядь до 19+38+19 см достовірно підвищення кількості листків на рослинах було зафіксоване лише в сорту Сірелія – 0,75 шт. тоді ж як з шириною міжрядь 38+38+38 см в сорту Сірелія було на 2,59 шт., в Сайдіна –

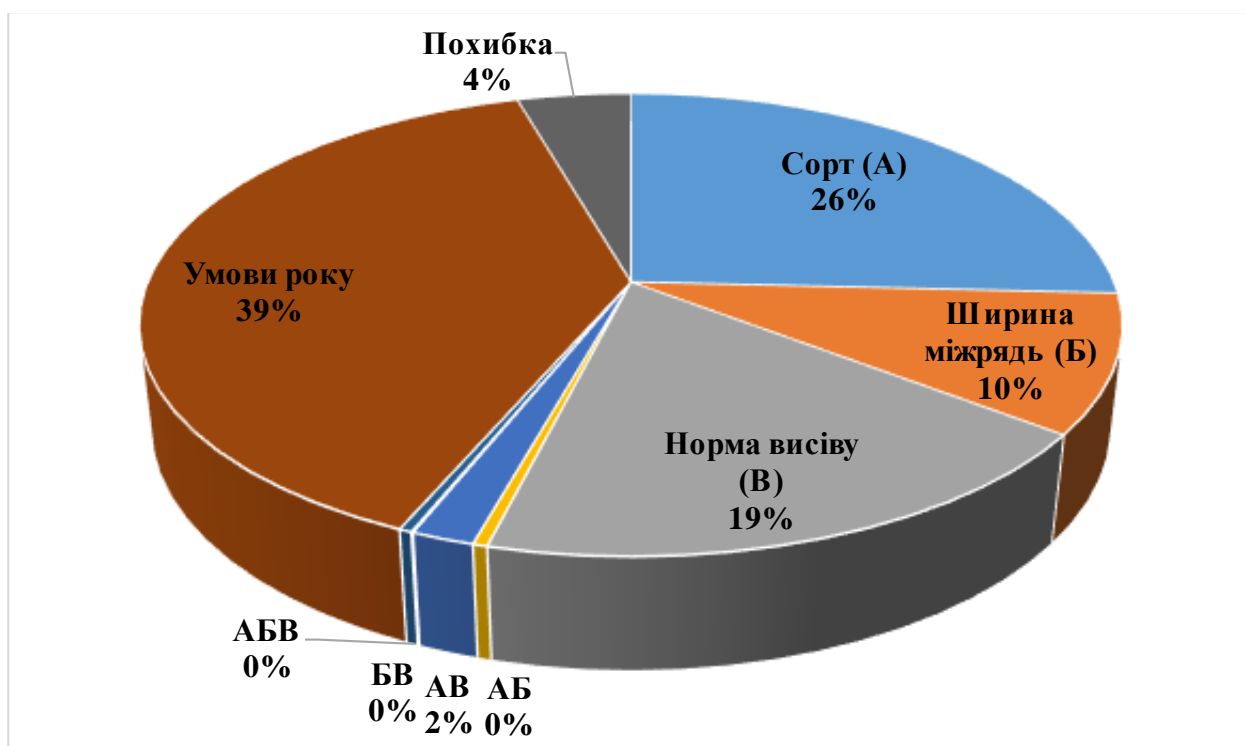


1,94, Вишиванка – 2,03 та Жаклін на 1,52 шт./рослину більше чим на варіанті міжрядь в 19 см.

За норми висіву сої в 450 тис. шт./га насінин кількість листків на рослинах сорту Сірелія становила в середньому 50,8 шт., в росту Сайдіна – 52,4, в вишиванка – 51,7, а в Жаклін – 54,6 шт./рослину. В випадку збільшення густоти посівів до 600 тис. шт./га кількість листків на рослинах сорту Сірелія зроста на 2,9 шт., Сайдіна – 1,3 шт., Вишиванка – 1,1 шт. та Жаклін – 2,1 шт./рослину. Також подібні закономірності спостерігались і в випадку подальшого підвищення густоти посівів до 750 тис. шт./га – 4,1, 2,6, 1,9 та 3,7 шт./рослину відповідно.

Отже, загушення посівів сприяло підвищенню кількості листків на рослинах сої, як наслідок загострення конкуренції за фактори живлення, а особливо – доступність сонячної енергії.

Також був визначений вплив факторів досліду на формування кількості листків на рослинах сої (рис. 3.2).



**Рис. 3.2. Вплив факторів досліду на формування кількості листків на рослинах сої**

Серед факторів впливу погодні умови року визначали на 39 % можливі відхилення ознаки, проте біологічні особливості сорту впливали на 26 %, норми висіву на 19 % та фактор ширини міжрядь на 19 %.

Дослідимо особливості формування площі листків в фазу цвітіння на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

**Площа листків в фазу цвітіння на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, тис. м<sup>2</sup>/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	37,0	38,1	41,0	38,3
	600	39,9	39,0	43,2	41,3
	750	42,2	41,1	44,0	42,0
19+38	450	38,0	38,9	41,4	39,9
	600	42,2	42,2	42,9	42,0
	750	44,1	42,5	42,9	43,0
38	450	38,1	39,8	42,2	42,1
	600	41,1	42,0	43,1	43,9
	750	42,2	42,8	44,0	46,0
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,14; ширини – 0,12; норми – 0,12; загальна – 0,41			

Якщо проаналізувати сортові відмінності в формування площі листя на час цвітіння то в середньому в сорту Сірелія вона становила 40,5 тис. м<sup>2</sup>/га, в Сайдіна – 40,7, Вишиванка – 42,7 та в сорту Жаклін – 42,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Тобто, приблизно однакові за тривалістю вегетаційного періоду сорти сої формували співставні показники площі листкової поверхні здатні забезпечити ефективно проходження процесів фотосинтезу.

Якщо проаналізувати закономірності формування площі листя залежно від ширини міжрядь, то при вирощуванні рослин з міжряддям в 19+19+19 см сорт Сірелія мав площу в 39,7, Сайдіна – 39,4, Вишиванка – 42,7, та Жаклін – 40,5 тис. м<sup>2</sup>/га. В випадку використання комбінованої ширини міжрядь 19+38+19 см в сортів Сірелія, Сайдіна та Жаклін була сформована на 1,74, 1,82 та 1,10 тис. м<sup>2</sup>/га більша площа листкового апарату. За збільшення ширини міжрядь посівів до 38+38+38 см площа листя в сорту Сірелія була на 0,79, Сайдіна на 2,17 та Жаклін на 3,45 тис. м<sup>2</sup>/га більше чим за міжрядь в 19 см. Відхилення показників площі листя в сорту Вишиванка по обох варіантах збільшення ширини міжрядь перебували в межах похибки дослідів.

Щодо тенденцій до зміни площі листя, то по мірі збільшення ширини міжрядь в сортів Сайдіна та Жаклін спостерігалось підвищення площі. Отже, на загущені посіви вони реагували зростанням листкового апарату понад показники отримані на оптимальних посівах.

Якщо проаналізувати дані впливу норми висіву, то за сівби в 450 тис. шт./га схожих насінин в фазу цвітіння площа листя сорту Сірелія становила 37,7 тис. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 38,9, Вишиванка – 41,5 та Жаклін – 40,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Коли норма висіву, а значить і густота посівів підвищувалась до 600 тис. шт./га, то ми спостерігали зростання площі листя на 3,4, 2,1, 1,5 та 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно, а за зростання норми до 750 тис. шт./га – 5,1, 3,2, 2,1 та 3,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

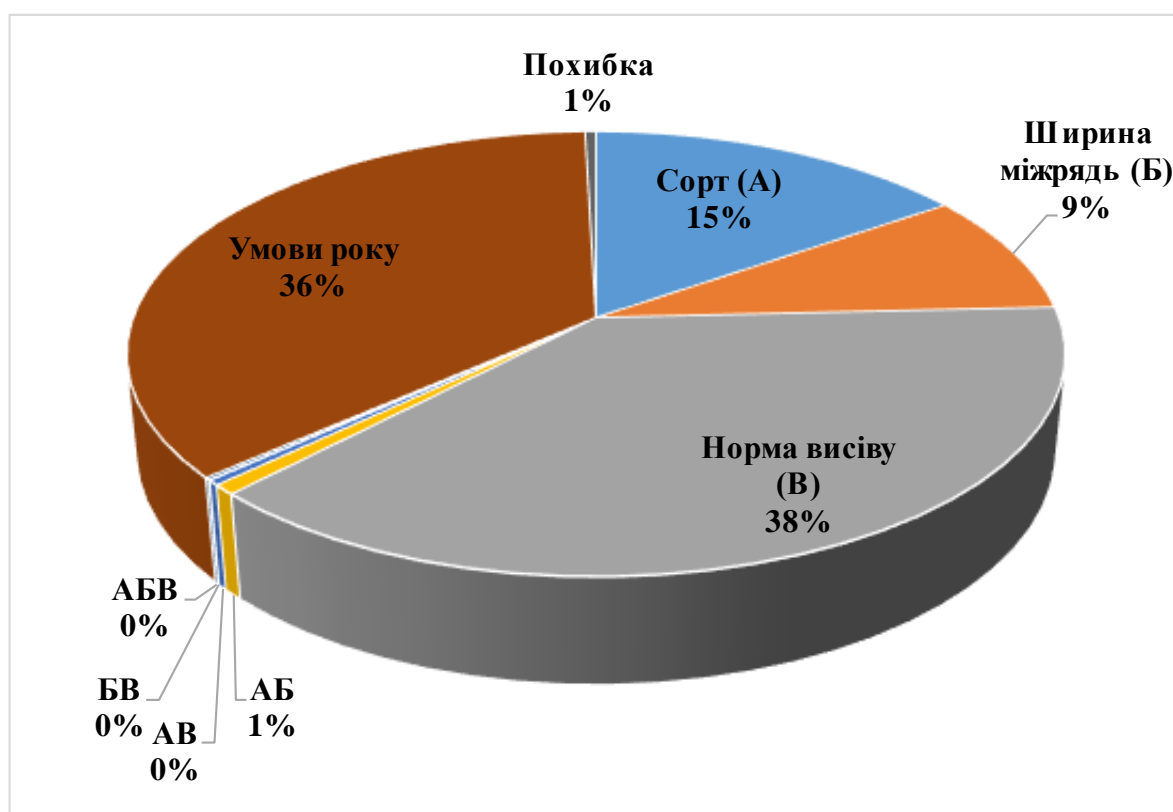
В сорту Сірелія кращі показники площі листкової поверхні були за вирощування рослин з шириною міжрядь в 19+38+19 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин – 44,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Причому на другому місці за формуванням площі листя був варіант шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин.

Сорт Сайдіна за вирощування рослин з шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин мав площу листя на рівні 42,8 тис. м<sup>2</sup>/га. При таких же параметрах посівів в сорту Вишиванка площа листкової

поверхні становила 44,0 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 46,0 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто була максимальною в розрізі досліджуваних сортів.

Загалом було встановлено, що варіанти максимальної норми висіву а отже й густоти посівів мали перевагу над нижчими густотами в плані формування площі листкової поверхні сортів сої.

Показано вплив факторів досліду на формування площі листків на рослинах сої в фазу цвітіння (рис. 3.3).



**Рис. 3.3. Вплив факторів досліду на формування площі листків на рослинах сої в фазу цвітіння**

За впливом факторів на формування площі листя на час цвітіння рослин сої було визначено, що норма висіву визначає на 38 % відхилення досліджуваного показника, при цьому вплив умов року визначав 36 % взаємодій, біологічні особливості сорту – 15 а ширина міжрядь впливала на показник в межах 9 %.

Також проведемо аналіз змін площі листків в фазу утворення бобів на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.9).

Таблиця 3.9

**Площа листків в фазу утворення бобів на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, тис. м<sup>2</sup>/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	39,2	40,3	43,7	40,4
	600	42,4	41,3	45,5	43,6
	750	44,7	43,7	46,5	44,5
19+38	450	40,5	41,3	44,0	42,3
	600	44,8	44,9	45,4	44,4
	750	46,5	45,4	45,0	45,6
38	450	40,0	42,1	44,8	44,6
	600	43,9	44,3	45,7	46,8
	750	45,1	45,5	46,6	48,5
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,21; ширини – 0,18; норми – 0,18; загальна – 0,64			

На час утворення бобів в середньому в сорту Сірелія площа листя була 43,0 тис. м<sup>2</sup>/га, в Сайдіна – 43,2 тис. м<sup>2</sup>/га, Вишиванка – 45,3 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 44,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Отже, порівняно з цвітінням рослин спостерігалось незначне підвищення площі листової поверхні.

При вирощуванні рослин з міжряддям в 19+19+19 см сорт Сірелія формував площу в 42,1 тис. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 41,8 тис. м<sup>2</sup>/га, Вишиванка – 45,2 тис. м<sup>2</sup>/га, та Жаклін – 42,8 тис. м<sup>2</sup>/га. А за вирощування рослин з комбінованою шириною міжрядь 19+38+19 см в сортів Сірелія, Сайдіна та

Жаклін була сформована на 1,80 тис. м<sup>2</sup>/га, 2,12 тис. м<sup>2</sup>/га та 1,29 тис. м<sup>2</sup>/га більша площа листя. Подальше збільшення ширини міжрядь посівів до 38+38+38 см сприяло отриманню площі листя в сорту Сірелія на 0,88 тис. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна на 2,21 тис. м<sup>2</sup>/га та Жаклін на 3,83 тис. м<sup>2</sup>/га більше чим за міжрядь в 19 см. Аналогічно попередньому обліковому періоду сорт Вишиванка по обох варіантах збільшення ширини міжрядь мав відхилення площі листя такі що перебували в межах похибки досліду.

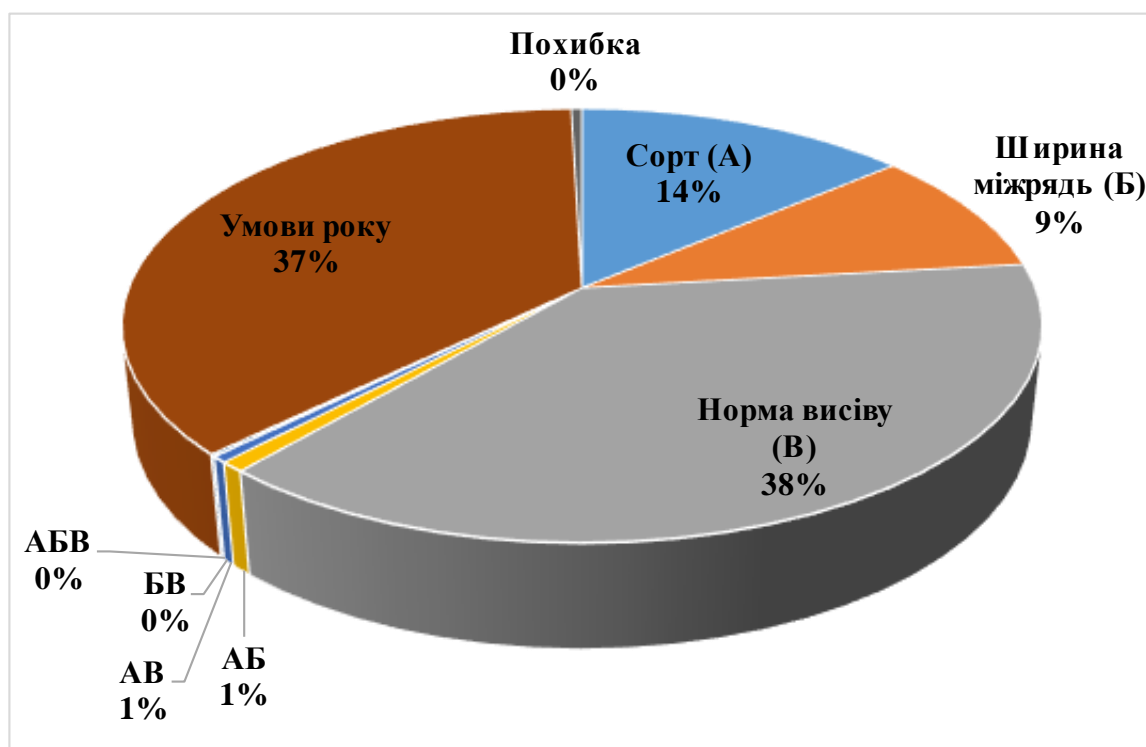
Також було встановлено, що за сівби в 450 тис. шт./га схожих насінин в фазу утворення бобів площа листя сорту Сірелія становила 39,9 тис. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 41,2 тис. м<sup>2</sup>/га, Вишиванка – 44,2 тис. м<sup>2</sup>/га та Жаклін – 42,4 тис. м<sup>2</sup>/га. За зростання густоти до 600 тис. шт./га, то ми спостерігали підвищення площі листя на 3,8, 2,3, 1,4 та 2,5 тис. м<sup>2</sup>/га, а за підвищення норми висіву до 750 тис. шт./га на 5,5, 3,6, 1,9 та 3,8 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з варіантом ширини міжрядь в 19 см.

Було виявлено також, що в сорту Сірелія кращі показники площі листової поверхні отримано за вирощування рослин з шириною міжрядь в 19+38+19 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин – 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Відповідно на другому місці за формуванням площі листя був варіант шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин, що забезпечував площу листя в 45,1 тис. м<sup>2</sup>/га.

Також встановлено, що сорт Сайдіна за вирощування з шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин мав площу листя на рівні 45,5 тис. м<sup>2</sup>/га. При таких же показниках в сорту Вишиванка площа листової поверхні становила 46,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 48,5 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто була максимальною по сортах.

Отже, за вирощування сої в загущених посівах площа листя зростає по мірі збільшення кількості рослин на одиницю площі поля. Адже посилюється конкурентна боротьба та рослини намагаються створити передумови до ефективного засвоєння сонячної енергії.

Проаналізуємо також вплив факторів досліду на формування площі листків на рослинах сої в фазу утворення бобів (рис. 3.4).



**Рис. 3.4. Вплив факторів досліду на формування площі листків на рослинах сої в фазу утворення бобів**

За впливом факторів досліду на формування площі листя на час утворення бобів можна було спостерігати значний вплив норми висіву насіння (38 %), а умови року в силу формування різного рівня вологозабезпечення посівів та як наслідок біометричного розвитку рослин сої визначали фактор на 37 %. При цьому сортові відмінності були спостережені нами на рівні 14 %. А ширина міжрядь визначала мінливість ознаки на рівні 9 %. Отже, отримані закономірності впливу за результатами аналізу дисперсій співпадають з виявленими та описаними нами складниками зміни експериментального матеріалу даних досліду.

Проаналізуємо закономірності збору сухої речовини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.10).

**Збір сухої речовини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, т/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	3,14	3,29	2,95	2,94
	600	3,37	3,22	3,21	3,09
	750	3,43	3,18	2,97	3,29
19+38	450	3,25	3,45	3,06	3,11
	600	3,53	3,35	3,35	3,19
	750	3,57	3,22	3,00	3,31
38	450	2,82	3,16	2,76	2,81
	600	2,88	3,07	2,96	2,94
	750	2,91	2,95	2,79	3,09
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,04			

В середньому по досліді збір сухої речовини посівами сої в сорту Сірелія був на рівні 3,21 т/га, аналогічно до середніх показників сорту Сайдіна, тоді як в сорту Вишиванка – 3,00 т/га, а в Жаклін – 3,09 т/га.

Також за вирощування сої з шириною міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія збір сухої речовини становив 3,31 т/га, в сорту Сайдіна – 3,23 т/га, в сорту Вишиванка – 3,04 т/га, а в сорту Жаклін – 3,11 т/га. При вирощування рослин з міжряддями 19+38+19 см отримано прирост збору сухої речовини в сорту Сірелія на 0,14 т/га, в сорту Сайдіна на 0,11 т/га, в сорту Вишиванка на 0,09 т/га та в сорту Жаклін на 0,10 т/га. За збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см збір сухої речовини сортів сої зменшувався порівняно з міжряддями в 19 см на 0,44, 0,17, 0,21 та 0,16 т/га відповідно.



Також проаналізуємо і зміни за густоти посівів, при цьому за норми висіву в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія збір сухої речовини був 3,07 т/га, в сорту Сайдіна вона була 3,30 т/га, в сорту Вишиванка 2,92 т/га, а в сорту Жаклін – 2,95 т/га. За зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія збір сухої речовини зріс на 0,19 т/га, в сорту Сайдіна навпаки – зменшився на 0,09 т/га, в сорту Вишиванка зріс на 0,25 т/га, та в сорту Жаклін на 0,12 т/га. За збільшення норми висіву в 750 тис. шт./га в сорту Сірелія прибавка збору сухої речовини була більшою на 0,23 т/га чим за норми висіву в 450 тис. шт./га схожих насінин. В сорту Сайдіна отримано сухої речовини на 0,18 т/га менше, тоді як збір сухої речовини сорту Вишиванка за норми висіву в 750 тис. шт./га не відрізнявся від показників сорту за вирощування його з нормою висіву в 450 тис. шт./га. Сорт сої Жаклін за норми висіву в 750 тис. шт./га мав в середньому на 0,28 т/га більший збір сухої речовини в порівнянні до густоти 450 тис. шт./га.

В сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 600 тис. шт./га отримано за роки збір сухої речовини 3,53 т/га, а максимум збору зафіксовано за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га – 3,57 т/га. Отриманий показник був найбільшим по усіх досліджуваних сортах що вивчалися.

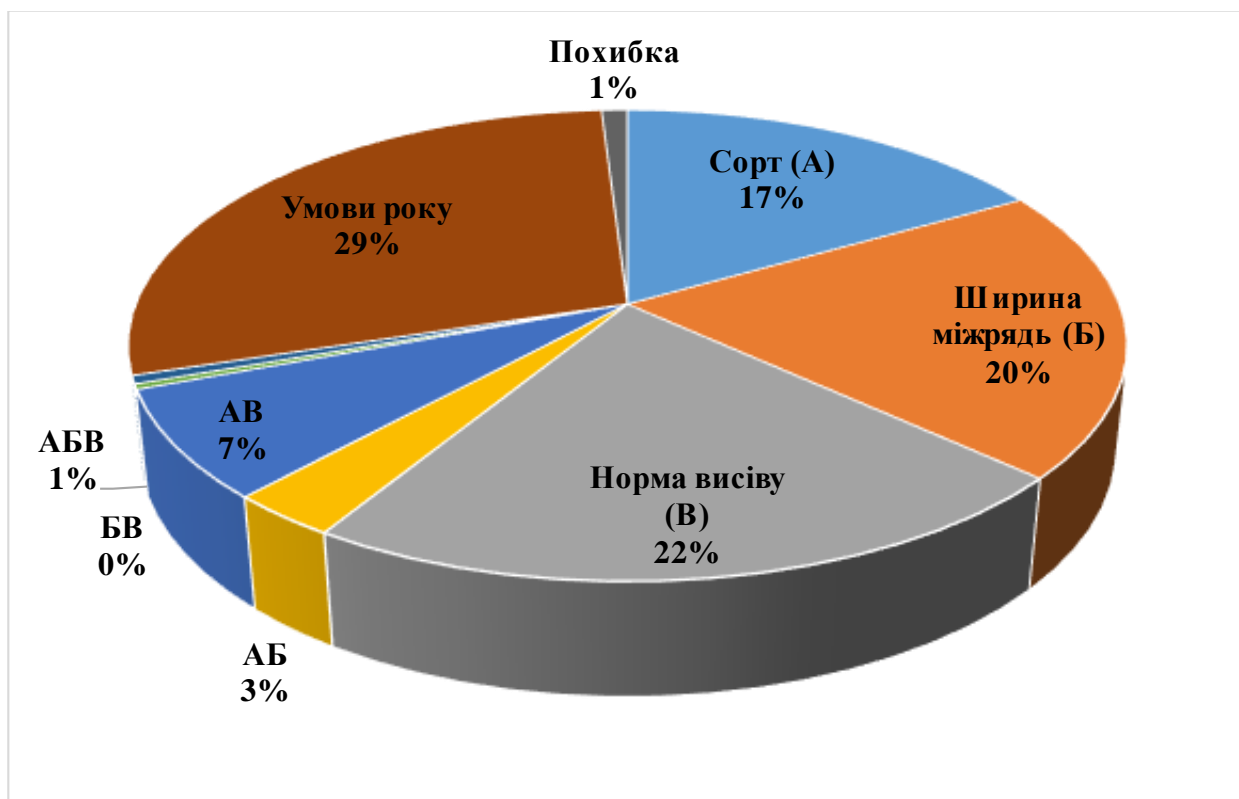
Кращий збір сухої речовини по варіантах вирощування сорту Сайдіна, був при використанні ширини міжрядь 19+38+19 см та норма 450 тис. шт./га – 2,82 т/га. Фактично це єдиний сорт сої в нашому досліді що дозволив отримати гарний рівень продуктивності за низьких норм висіву.

Якщо аналізувати збір сухої речовини в сорту Вишиванка, то загалом ефективною для нього з біологічної точки зору реалізації потенціалу була ширина міжрядь 19+38+19 см та норма 600 тис. шт./га. За саме таких умов було отримано рівень збору сухої речовини з посівів сорту в 3,35 т/га.

В сорту Жаклін кращі показники збору сухої речовини отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та висівання з нормою в 750 тис. шт./га – 3,31 т/га. Проте, для цього сорту залишалась й актуальною ширина міжрядь в

19+19+19 см та норма висіву в 750 тис. шт./га, за яких отримано рівень збору сухої речовини в 3,29 т/га.

Оцінімо також вплив факторів дослідження на формування збору сухої речовини посівами сої на час збирання (рис. 3.5).



**Рис. 3.5. Вплив факторів дослідження на формування збору сухої речовини посівами сої на час збирання**

Отже, в розрізі впливу факторів дослідження на збір сухої речовини умови року мали значний відсоток дії, що пов'язано перш за все з досить контрастними умовами в роки проведення досліджень. Окрім того, суха речовина накопичується не лише в зерні сої а й вегетативній частині, обсяг розвитку якої доволі сильно залежить саме від оптимальності прояву умов вегетаційного періоду. При цьому, норма висіву визначала до 22 % впливів на показник, ширина міжрядь – 20 %, а фактор біологічних особливостей сорту – 17 %. Що підтверджує нам важливість впливів усіх факторів дослідження на накопичення сухої речовини посівами сої.

Проаналізуємо параметри чистої продуктивності фотосинтезу сортів сої на час цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.11).

Таблиця 3.11

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів сої на час цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву, г/м<sup>2</sup> за добу, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	1,07	0,99	0,86	1,04
	600	1,07	0,95	0,89	1,02
	750	1,03	0,89	0,81	1,06
19+38	450	1,08	1,02	0,89	1,06
	600	1,06	0,91	0,94	1,03
	750	1,02	0,87	0,84	1,05
38	450	0,93	0,91	0,79	0,90
	600	0,89	0,84	0,82	0,91
	750	0,87	0,79	0,76	0,91

Отже, в цілому чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорту Сірелія в фазу цвітіння становила 1,00 г/м<sup>2</sup> за добу, в сорту Сайдіна – 0,91, Вишиванка – 0,85 та Жаклін – 1,00 г/м<sup>2</sup> за добу.

Також ми визначили, що за вирощування рослин сої з шириною міжрядь в 19+38+19 см чиста продуктивність фотосинтезу в усіх досліджуваних сортів сої суттєво не відрізнялась від варіанту досліду з шириною міжрядь в 19+19+19 см. При цьому, збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см сприяло зменшенню показника в сорту Сірелія на 0,16 г/м<sup>2</sup> за добу, Сайдіна – 0,10 г/м<sup>2</sup> за добу, Вишиванка – 0,07 г/м<sup>2</sup> за добу та в сорту Жаклін на 0,13 г/м<sup>2</sup> за добу.

Збільшення густоти посівів зазвичай приводило до зменшення чистої продуктивності фотосинтезу в сортів сої Сірелія на 0,03 та 0,06 г/м<sup>2</sup> за добу, а також в сорту Сайдіна на 0,07 та 0,12 г/м<sup>2</sup> за добу в випадку зростання густоти до 600 та 750 тис. шт./га.

Кращі показники чистої продуктивності фотосинтезу на час цвітіння в сорту Сірелія були за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га – 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу. Аналогічно, ці ж параметри посіву в сорту Сайдіна сприяли отриманню 1,02, а в сорту Жаклін – 1,06 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. Тоді як в сорту Вишиванка за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га чиста продуктивність фотосинтезу була 0,94 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини.

Розглянемо зміни чистої продуктивності фотосинтезу сортів сої на час утворення бобів під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.12).

*Таблиця 3.12*

**Чиста продуктивність фотосинтезу сортів сої на час утворення бобів під впливом ширини міжрядь та норми висіву, г/м<sup>2</sup> за добу, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,64	1,14	1,15	1,38
	600	0,64	1,09	1,18	1,34
	750	0,63	1,02	1,00	1,32
19+38	450	0,64	1,17	1,18	1,40
	600	0,65	1,05	1,24	1,37
	750	0,63	1,00	1,03	1,30
38	450	0,54	1,05	1,00	1,17
	600	0,52	0,97	0,97	1,18
	750	0,51	0,91	0,90	1,11

Встановлено, що в чиста продуктивність фотосинтезу посівів сорту Сірелія в фазу утворення бобів становила  $0,60 \text{ г/м}^2$  за добу, в сорту Сайдіна –  $1,04$ , Вишиванка –  $1,07$  та Жаклін –  $1,28 \text{ г/м}^2$  за добу.

За вирощування сої з шириною міжрядь в  $19+38+19 \text{ см}$  чиста продуктивність фотосинтезу в усіх досліджуваних сортів сої суттєво не відрізнялась від варіанту досліду з шириною міжрядь  $19+19+19 \text{ см}$ . При збільшенні ж ширини міжрядь до  $38+38+38 \text{ см}$  отримано зменшення показника в сорту Сірелія на  $0,11 \text{ г/м}^2$  за добу, Сайдіна –  $0,11 \text{ г/м}^2$  за добу, Вишиванка –  $0,16 \text{ г/м}^2$  за добу та в сорту Жаклін на  $0,19 \text{ г/м}^2$  за добу.

Кращі показники чистої продуктивності фотосинтезу на час утворення бобів в сорту Сірелія були за ширини міжрядь в  $19+38+19 \text{ см}$  та норми висіву в  $600 \text{ тис. шт./га}$  –  $0,65 \text{ г/м}^2$  за добу. А в сорту Вишиванка за таких параметрів посівів отримано накопичення сухої речовини  $1,24 \text{ г/м}^2$  за добу.

В сорту Сайдіна кращим варіантом за чистою продуктивністю посівів була ширина міжрядь  $19+38+19 \text{ см}$  та норми висіву в  $450 \text{ тис. шт./га}$  –  $1,17 \text{ г/м}^2$  за добу. Також встановлено, що сорт Жаклін за ширини міжрядь  $19+38+19 \text{ см}$  та норми висіву в  $450 \text{ тис. шт./га}$  насінин накопичував  $1,40 \text{ г/м}^2$  за добу сухої речовини.

Отже, закономірності накопичення сухої речовини посівами сої суттєво залежали як від умов року так і визначались самими біологічними особливостями досліджуваних сортів (площа листкової поверхні, ефективність її роботи, тощо). Тобто не можна стверджувати однозначно що там де була краща площа листкової поверхні ми маємо максимум накопичення сухої речовини на одиницю площі посіву. Адже нерідко велика кількість листя працює менш ефективно чим менша листкова поверхня розташована більш раціонально. А тому, важливість просторової оптимізації посівів сої залишається актуальним до вивчення питанням.

Проаналізуємо також показники фотосинтетичного потенціалу сортів сої на час цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.13).

**Фотосинтетичний потенціал сортів сої на час цвітіння під впливом ширини міжрядь та норми висіву, млн. м<sup>2</sup>/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,79	0,90	0,93	0,77
	600	0,86	0,92	0,97	0,82
	750	0,91	0,97	0,99	0,84
19+38	450	0,82	0,92	0,93	0,80
	600	0,91	1,00	0,97	0,84
	750	0,95	1,00	0,97	0,86
38	450	0,82	0,94	0,95	0,84
	600	0,88	0,99	0,97	0,88
	750	0,91	1,01	0,99	0,92

В середньому по сортах було отримано на час цвітіння показники фотосинтетичного потенціалу для сорту Сірелія на рівні 0,85 млн. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 0,93 млн. м<sup>2</sup>/га, Вишиванка – 0,96 млн. м<sup>2</sup>/га та Жаклін – 0,81 млн. м<sup>2</sup>/га.

Якщо порівнювати відхилення показників сортів в межах різних міжрядь, то до базового в 19+19+19 см показники сорту Вишиванка за вирощування з міжряддями 19+38+19 та 38+38+38 см майже не відрізнялись. В сорту Сірелія, за міжряддя 19+38+19 см фотосинтетичний потенціал був на 0,04 млн. м<sup>2</sup>/га більшим, аналогічні залежності притаманні й в сорту Сайдіна та Жаклін – 0,04 та 0,02 млн. м<sup>2</sup>/га. За зростання ширини міжрядь до 38+38+38 см ми отримали аналогічні закономірності збільшення показника на 0,02, 0,05 та 0,07 млн. м<sup>2</sup>/га.

Підвищення густоти посівів з 450 до 600 та 750 тис. шт./га сприяло збільшенню фотосинтетичного потенціалу посівів сорту Сірелія на 0,07 та 0,11 млн. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 0,05 та 0,08, Вишиванка – 0,03 та 0,05 і Жаклін на 0,05 та 0,07 млн. м<sup>2</sup>/га.

Кращі ж показники фотосинтетичного потенціалу отримано в усіх досліджуваних сортів за висівання їх з нормою в 750 тис. шт./га, в сорту Сірелія за комбінації з шириною міжрядь в 19+38+19 см, а в решти сортів сої на міжряддях в 38+38+38 см, що відповідно по сортах становило 0,95, 1,01, 0,99 та 0,92 млн. м<sup>2</sup>/га.

Проаналізуємо також параметри фотосинтетичного потенціалу сортів сої на час утворення бобів під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.14).

*Таблиця 3.14*

**Фотосинтетичний потенціал сортів сої на час утворення бобів під впливом ширини міжрядь та норми висіву, млн. м<sup>2</sup>/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,48	0,60	0,53	0,44
	600	0,52	0,61	0,56	0,48
	750	0,55	0,65	0,62	0,52
19+38	450	0,50	0,61	0,54	0,46
	600	0,55	0,67	0,56	0,49
	750	0,58	0,67	0,60	0,53
38	450	0,50	0,63	0,58	0,50
	600	0,54	0,66	0,63	0,53
	750	0,55	0,67	0,65	0,58

Якщо проаналізувати показники фотосинтетичного потенціалу на час утворення бобів, то в середньому для сорту Сірелія вони були на рівні 0,53 млн. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 0,64 млн. м<sup>2</sup>/га, Вишиванка – 0,58 млн. м<sup>2</sup>/га та Жаклін – 0,50 млн. м<sup>2</sup>/га.

Збільшення ширини міжрядь не позначалось вагомо на показниках фотосинтетичного потенціалу досліджуваних сортів сої, за виключенням сортів Вишиванка та Жаклін за ширини міжряддя в 38+38+38 см, коли різниця до міжряддя з шириною 19 см становила 0,05 та 0,06 млн. м<sup>2</sup>/га.

Підвищення ж густоти посівів з 450 до 600 та 750 тис. шт./га сприяло збільшенню фотосинтетичного потенціалу посівів сорту Сірелія на 0,05 та 0,07 млн. м<sup>2</sup>/га, Сайдіна – 0,03 та 0,05, Вишиванка – 0,03 та 0,07 і Жаклін на 0,03 та 0,07 млн. м<sup>2</sup>/га.

Кращий фотосинтетичний потенціал мали посіви сої за висівання їх з нормою в 750 тис. шт./га, в сорту Сірелія та Сайдіна за комбінації з шириною міжрядь в 19+38+19 см, а в Вишиванка та Жаклін на міжряддях в 38+38+38 см, аналогічно за норми висіву в 750 тис. шт./га – 0,65 та 0,58 млн. м<sup>2</sup>/га.

### 3.3. Симбіотичний потенціал сої

Посіви сої мають доволі значну потребу в азоті, використовуючи близько 80 кг азоту на 1 т зерна (в середньому 65 кг азоту в зерні та 15 кг азоту у рослинних залишках, включаючи коріння) [192; 193], тому біологічна фіксація азоту робить значний внесок у формування високої урожайності сої.

За біологічною фіксацією азоту соя має кращі показники серед усіх с-г культур, засвоюючи до 450 кг/га біологічного азоту, і лише люпин (*Lupinus mutabilis*) та люцерна (*Medicago sativa*) мають кращі показники, до 527 і 470 кг/га відповідно [194].

На противагу, існують дані повідомлень про низьку ефективність симбіотичної азотфіксації у сої. Адже неправильне застосування азотних



добрив, глобальні зміни навколишнього середовища, з наголосом на збільшення періодів посухи, теж можуть представляти серйозні обмеження для азотфіксації [195; 196; 197]. Інші фактори можуть мати вирішальне значення для успіху симбіозу, наприклад, правильний підбір штаму бактерій, або ж банально – обробка насіння пестицидами [198; 199].

Отже, не зважаючи на те що при проведенні досліджень ми не змінювали фактори досліду від яких напряму залежить чисельність чи ефективність роботи бульбочкових бактерій важливо визначити показники симбіотичного апарату сої. Перш за все оцінимо кількість активних бульбочок на сортах сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.15).

Таблиця 3.15

**Кількість активних бульбочок на сортах сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт., середнє за 2021-2023 рр.**

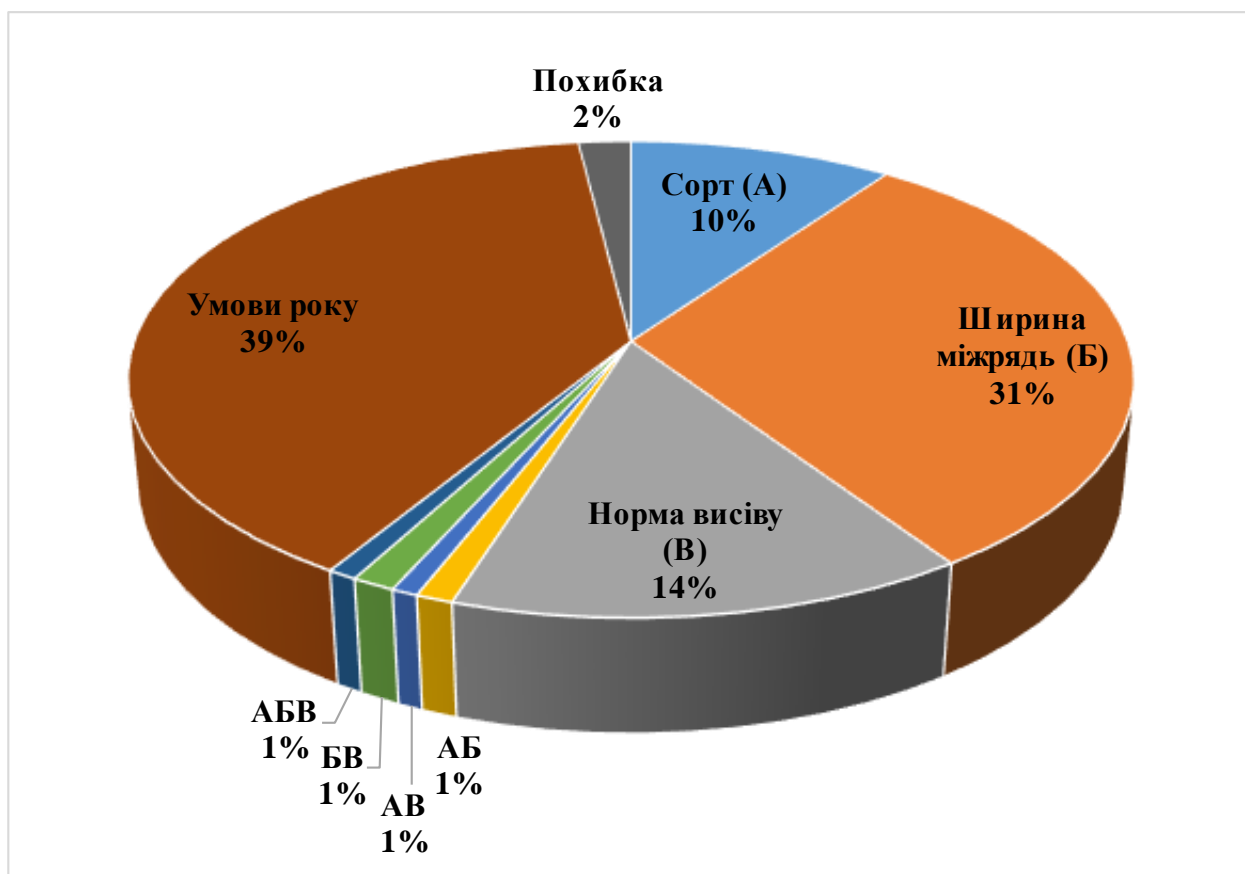
Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	38,0	38,0	36,0	35,0
	600	37,8	37,0	35,1	37,1
	750	34,6	35,1	32,0	34,0
19+38	450	39,0	38,9	36,9	36,9
	600	38,2	38,1	36,1	36,0
	750	37,2	35,9	33,9	35,0
38	450	35,9	34,9	34,1	32,9
	600	34,1	33,0	32,1	31,0
	750	33,0	30,9	30,0	30,0
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,13; ширини – 0,12; норми – 0,12; загальна – 0,40			

Отже, встановлено, що за кількістю активних бульбочок досліджувані сорти сої відрізнялись, так в Сірелія їх було в середньому 36,4 шт., Сайдіна – 35,7 шт., Вишиванка – 34,0 шт. та Жаклін – 34,2 шт.

За збільшення ширини міжрядь до 19+38+19 ми спостерігали підвищення кількості активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 1,32, Сайдіна – 0,99, Вишиванка – 1,24 та Жаклін – 0,61 шт. Тоді як на міжряддях 38+38+38 см активних колоній бульбочкових бактерій було менше на 2,45, 3,77, 2,32 та 4,09 шт.

Збільшення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га пришло зменшенню активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 0,9 та 2,7, Сайдіна на 1,2 та 3,3, Вишиванка – 1,2 та 3,7 і Жаклін на 0,3 та 2,0 шт./рослину.

Проаналізуємо також вплив факторів досліду на формування кількості активних бульбочок на рослинах сої на час збирання (рис. 3.6).



**Рис. 3.6. Вплив факторів досліду на формування кількості активних бульбочок на рослинах сої на час збирання**

За впливом факторів активність колоній бульбочкових бактерій досить сильно залежала від погодних умов впродовж вегетації сої (39 %). Ширина міжрядь визначала на 31 % зміни показника, норма висіву на 14 %, а фактор сорту – складав 10 % впливу на ознаку.

Проаналізуємо також показники зміни маси активних бульбочок на сортах сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.16).

Таблиця 3.16

**Маса активних бульбочок на сортах сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, г., середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,67	0,68	0,66	0,66
	600	0,68	0,67	0,68	0,67
	750	0,68	0,67	0,66	0,68
19+38	450	0,68	0,69	0,67	0,67
	600	0,69	0,68	0,68	0,67
	750	0,69	0,67	0,66	0,68
38	450	0,65	0,67	0,65	0,65
	600	0,66	0,67	0,66	0,66
	750	0,66	0,66	0,65	0,67
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,05			

Якщо аналізувати дані формування маси активних бульбочкових колоній, то в сорту Сірелія в середньому їх формувалось 0,675 г, в сорту Сайдіна – 0,674 г, Вишиванка – 0,664 г, а в сорту Жаклін – 0,668 г на рослину.

Що стосується закономірностей формування маси активних бульбочкових бактерій залежно від факторів досліду, то отримані показники

були в межах похибки досліду. тобто ми не виявили достовірних відхилень даної ознаки за варіантами.

Визначимо також закономірності формування симбіотичного потенціалу сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 3.17).

Таблиця 3.17

**Симбіотичний потенціал сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, кг діб/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	9,87	9,96	9,72	9,71
	600	10,04	9,93	9,97	9,85
	750	10,08	9,93	9,74	10,01
19+38	450	9,97	10,11	9,78	9,84
	600	10,24	10,09	10,07	9,92
	750	10,24	9,91	9,73	10,01
38	450	9,58	9,85	9,60	9,58
	600	9,70	9,81	9,75	9,70
	750	9,69	9,67	9,58	9,83

За симбіотичним потенціалом сорти сої різнились досить вагомо і в Сірелія він був 9,93 кг діб/га, в сорту Сайдіна – 9,92 кг діб/га, в Вишиванка – 9,77 кг діб/га, а в сорту Жаклін – 9,83 кг діб/га.

Якщо аналізувати зміни симбіотичного потенціалу за різної ширини міжрядь, то в сорту Сірелія за 19+19+19 см він був 10,00, в Сайдіна – 9,94, Вишиванка – 9,81 та Жаклін – 9,86 кг діб/га. Коли ширина міжрядь збільшувалась до 19+38+19 см досліджувані сорти мали на 0,15, 0,10, 0,05 та 0,07 кг діб/га кращі показники. Водночас подальше збільшення ширини

міжрядь до 38+38+38 см призводило до зменшення симбіотичного потенціалу на 0,34, 0,16, 0,17 та 0,16 кг діб/га.

При вирощуванні сорту Сірелія збільшення норми висіву насіння з 450 до 750 тис. шт./га призводило до підвищення симбіотичного потенціалу посівів на 0,19 та 0,20 кг діб/га, а в сорту Жаклін на 0,12 та 0,24 кг діб/га. В сорту Сайдіна підвищення норм висіву сприяло отриманню на 0,03 та 0,14 кг діб/га менших значень, коли ж в сорту Вишиванка за густоти посівів в 600 тис. шт./га формувався симбіотичний потенціал на 0,23 кг діб/га більший, а за зростання густоти до 750 тис. шт./га на 0,02 кг діб/га менший чим за норми висіву в 450 тис. шт./га.

В сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 і 750 тис. шт./га насіння був отриманий кращий по досліді симбіотичний потенціал 10,24 та 10,24 кг діб/га. Аналогічні варіанти досліді для сорту Сайдіна сприяли отриманню кращим по показникам – 10,11 та 10,09 кг діб/га.

Кращий симбіотичний потенціал сорту Вишиванка був спостережений на варіантах ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 тис. шт./га – 10,07, а в сорту Жаклін за норми висіву в 750 тис. шт./га на міжряддях 19+19+19 та 19+38+19 см – 10,01 та 10,01 кг діб/га відповідно.

### **Висновки до розділу 3:**

За тривалістю вегетаційного періоду встановлено, що в сорту сої Сірелія вона становила 105 діб, в Сайдіна – 122 доби, Вишиванка – 109 діб, а в сорту Жаклін – 98 діб. В міжфазний період початок утворення бобів – досягання усі досліджувані нами сорти сої проявляли чітку тенденцію до подовження тривалості вегетації по мірі збільшення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га.

За дефіциту вологи на час проростання сої спостерігались взаємодії густоти посівів та ширини міжрядь по впливу на польову схожість насіння сої. При цьому, більші норми висіву на вузькорядних міжряддях менше знижували схожість чим на широкорядних, де саме завдяки близькому розташуванню

насінин і спостерігався локальний дефіцит вологи. Так, за ширини міжрядь 38+38+38 см в сорту Сірелія схожість була на 0,94 %, в Сайдіна на 1,16 %, в Вишиванка на 1,18 %, а в Жаклін на 1,02 % меншою чим за міжрядь в 19 см. Проте, отриману закономірність слід пояснювати разом з аналізом польової схожості насіння за різних норм висіву, адже по мірі збільшення норми ми спостерігаємо зменшення цього показника та за норми 750 тис. шт./га в сорту Сірелія схожість була менше на 1,2 %, в Сайдіна – 1,1 %, Вишиванка – 1,0, а Жаклін – 0,6 %.

Перед збиранням посіви сої були в задовільному стані та мали достатню густоту. Так, в сорту Сірелія, за норми висіву в 450 тис. шт./га вона була 35,2 шт./м<sup>2</sup>, за норми в 600 тис. шт./га – 48,3 шт./м<sup>2</sup>, а за норми в 750 тис. шт./га – 61,2 шт./м<sup>2</sup>. Аналогічно сорт Сайдіна мав показники густоти посівів в 34,4, 47,1 та 60,1 шт./м<sup>2</sup>, Вишиванка – 33,7 шт./м<sup>2</sup>, 46,6 та 59,5 шт./м<sup>2</sup>, а сорт Жаклін – 33,5, 46,6 та 59,7 шт./м<sup>2</sup>. А отже, за використання ширини міжрядь 19+38+19 см не спостерігали значних достовірних відхилень в густоті посівів порівняно з міжряддями в 19+19+19 см, за винятком сорту Сірелія, де зниження склало 1,77 шт./м<sup>2</sup>. Тоді як вирощування рослин сої з міжряддями в 38+38+38 см сприяло достовірному зменшенню густоти посівів порівняно до ширини міжрядь в 19 см в сорту Сірелія на 2,85 шт./м<sup>2</sup>, в сорту Вишиванка на 2,86 а в Жаклін на 2,42 шт./м<sup>2</sup>.

Загущення посівів сприяло підвищенню кількості листків на рослинах сої, як наслідок загострення конкуренції за фактори живлення, а особливо – доступність сонячної енергії. За норми висіву сої в 450 тис. шт./га насінин кількість листків на рослинах сорту Сірелія становила в середньому 50,8 шт., в росту Сайдіна – 52,4, в вишиванка – 51,7, а в Жаклін – 54,6 шт./рослину. В випадку збільшення густоти посівів до 600 тис. шт./га кількість листків на рослинах сорту Сірелія зросла на 2,9 шт., Сайдіна – 1,3 шт., Вишиванка – 1,1 шт. та Жаклін – 2,1 шт./рослину. Також подібні закономірності спостерігались і в випадку подальшого підвищення густоти посівів до 750 тис. шт./га – 4,1, 2,6, 1,9 та 3,7 шт./рослину відповідно.

Отже, за вирощування сої в загущених посівах площа листя зростає по мірі збільшення кількості рослин на одиницю площі поля. Адже посилюється конкурентна боротьба та рослини намагаються створити передумови до ефективного засвоєння сонячної енергії. Так, в фазу утворення бобів в сорту Сірелія кращі показники площі листової поверхні отримано за вирощування рослин з шириною міжрядь в 19+38+19 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин – 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Відповідно на другому місці за формуванням площі листя був варіант шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин, що забезпечував площу листя в 45,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Також встановлено, що сорт Сайдіна за вирощування з шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин мав площу листя на рівні 45,5 тис. м<sup>2</sup>/га. При таких же показниках в сорту Вишиванка площа листової поверхні становила 46,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 48,5 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто була максимальною по сортах.

В середньому по досліді збір сухої речовини посівами сої в сорту Сірелія був на рівні 3,21 т/га, аналогічно до середніх показників сорту Сайдіна, тоді як в сорту Вишиванка – 3,00 т/га, а в Жаклін – 3,09 т/га. А в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 600 тис. шт./га отримано за роки збір сухої речовини 3,53 т/га, а максимум збору зафіксовано за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га – 3,57 т/га. Отриманий показник був найбільшим по усіх досліджуваних сортах що вивчались.

На час цвітіння в сорту Сірелія були за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га – 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу. Аналогічно, ці ж параметри посіву в сорту Сайдіна сприяли отриманню 1,02, а в сорту Жаклін – 1,06 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. Тоді як в сорту Вишиванка за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га чиста продуктивність фотосинтезу була 0,94 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. А от на час утворення бобів максимум сухої речовини сорт Сірелія формував за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га – 0,65 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно в сорту Вишиванка отримано 1,24 г/м<sup>2</sup> за добу. В сорту Сайдіна кращим

варіантом за чистою продуктивністю посівів була ширина міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га – 1,17 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно сорт Жаклін накопичував за цих же умов – 1,40 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини.

Встановлено, що фактори досліду впливали на кількість колоній активних бульбочкових бактерій на кореневій системі сої. За збільшення ширини міжрядь до 19+38+19 ми спостерігали підвищення кількості активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 1,32, Сайдіна – 0,99, Вишиванка – 1,24 та Жаклін – 0,61 шт. Тоді як на міжряддях 38+38+38 см активних колоній бульбочкових бактерій було менше на 2,45, 3,77, 2,32 та 4,09 шт. Підвищення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га пришло зменшенню активних бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 0,9 та 2,7, Сайдіна на 1,2 та 3,3, Вишиванка – 1,2 та 3,7 і Жаклін на 0,3 та 2,0 шт./рослину.

Кращий по досліді симбіотичний потенціал отримано в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 і 750 тис. шт./га насіння – 10,24 та 10,24 кг діб/га. Аналогічні варіанти досліду для сорту Сайдіна сприяли отриманню кращим по показникам – 10,11 та 10,09 кг діб/га. Максимум симбіотичного потенціал сорту Вишиванка був спостережений на варіантах ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 тис. шт./га – 10,07, а в сорту Жаклін за норми висіву в 750 тис. шт./га на міжряддях 19+19+19 та 19+38+19 см – 10,01 та 10,01 кг діб/га відповідно.



## Розділ 4

### СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОЇ

Вибір сорту максимально підходящого для умов агрокліматичної зони вирощування є важливою умовою для отримання максимального урожаю сої. Це один з ефективних та не дорогих заходів, доступних для зменшення негативного впливу зовнішніх чинників на урожайність. Одержання максимального врожаю визначається здатністю сорту адаптуватися до конкретних умов вирощування. Тому, для оптимального результату, рекомендується вирощувати декілька сортів сої з різними тривалостями вегетаційного періоду, стійкістю до хвороб та шкідників, а також здатністю адаптуватися до змін у середовищі.

Сорти сої зазвичай мають вузьке екологічне пристосування, тому вибір сорту повинен базуватися на його адаптації до специфічних умов регіону. За даними Бабича А. О., для кожної зони існують сорти, які гарантовано дозрівають та забезпечують високу врожайність. Усі сорти повинні бути вирощені в тому регіоні, де вони можуть найефективніше реалізувати свій генетичний потенціал. Причому для Лісостепу України більш рекомендованими є середньоранні та середньостиглі сорти, здатні ефективно засвоювати доступні елементи живлення та уникати негативного впливу елементів погоди завдяки особливостям тривалості вегетаційного періоду.

Проте, чим швидший період росту та розвитку в сортів сої тим більш ретельніше потрібно розробляти та оптимізувати під нього елементи технології вирощування. Попри те, що Серєда Л. М. вказує що вплив сорту на формування врожаю складає не менше 30 %, але це не завжди так. Адже сорт взаємодіє з родючістю та вологозабезпеченістю ґрунту, доступністю світла, елементами агротехніки. Коли ми вирощуємо сорти пізніх строків дозрівання, то завдяки розтягнутому періоду тривалості окремих фенофаз вони здатні

компенсувати нестачу одного фактора живлення змінами структури врожаю, звичайно що до певної міри. В скоростиглих сортів час доволі обмежений, тому вони або мають гарні умови для свого росту і розвитку, або ж кардинально знижують рівень урожайності. І саме тому оптимізація елементів агротехніки під кожен сорт в умовах агрокліматичної зони чи регіону є ключовим питанням до вивчення.

#### **4.1. Формування основних елементів структури врожаю**

Серед усіх біометричних показників сої найбільш вагоме місце займають саме елементи структури врожаю, як такі що власне його й визначають. При цьому, важливо розуміти що кожен з елементів по собі не є найбільш вагомим, однак, лише сумарно вони можуть скластись в гарний рівень продуктивності культури. Так, серед елементів структури врожаю є головні та другорядні, адже кількість насінин і маса 1000 насінин не можуть дорівнювати нулю, коли кількість бобів на гілках другого та наступних порядків може бути або мінімальною або взагалі відсутньою.

Отже, за структурою врожаю слід виділити головні ознаки на вивченні закономірності змін яких варто зупинитись більш детально. До таких можна віднести висоту рослин, висоту прикріплення нижнього бобу, кількість бобів на рослині, кількість насінин з рослини та кількість насінин в бобі, маса насінин з рослини та власне маса 1000 насінин.

Саме відмінні особливості визначення за якими елементами структури врожаю й формується продуктивність досліджуваних сортів дозволяють в подальшому коригувати ці параметри агротехнічно. Якщо для сорту важливим показником є кількість бобів, то можна підкоригувати до певної міри позакореневим удобренням, або стимуляторами росту, а якщо в загущених посівах формується недостатня маса 1000 насінин, то такий сорт слід вирощувати за кращих показників густоти.

Одним з параметрів, що характеризує темпи росту та розвитку рослин, є висота центрального стебла, адже вона визначає архітектуру посіву, регулює рівень освітлення та доступ повітря, впливає на доступність елементів живлення та вологи. Ріст рослин сої у висоту починається на час настання етапу повних сходів і закінчується під час цвітіння верхівкового суцвіття. Різниця у висоті стебла впливає на вертикальну структуру посіву, його стан з точки зору фітосанітарії та ефективність фотосинтезу нижніх листків. Саме тому важливо оцінити динаміку змін що відбувається з рослинами на різних етапах їх росту і розвитку, щоб визначити можливості до оптимізації посівів та слабкі та сильні сторони досліджуваних агротехнічних заходів.

Проаналізуємо особливості формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час бутонізації (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

**Особливості формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час бутонізації, см, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	25,2	24,5	23,0	19,8
	600	24,3	24,7	22,8	21,3
	750	24,8	24,3	22,8	22,5
19+38	450	25,0	25,7	23,7	22,3
	600	27,0	24,9	24,5	22,0
	750	27,2	26,8	26,3	23,3
38	450	25,1	27,9	23,9	21,5
	600	28,2	24,7	26,6	24,0
	750	28,3	25,7	27,4	24,1
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,07; ширини – 0,06; норми – 0,06; загальна – 0,21			

Аналізуючи показники висоти сортів сої в період бутонізації загалом по досліді можна помітити незначні відмінності між ними. Так, в цілому в сорту Сірелія висота рослин була 26,1 см, в сорту Сайдіна на 0,7 см нижча, в сорту Вишиванка на 1,6 см нижча та в сорту Жаклін на 3,8 см нижча. Тобто, на початкових стадіях росту закономірності формування висоти різних сортів сої здебільшого залежать від біологічних можливостей рослин здійснювати лінійне видовження стебла а не скільки від сортових особливостей.

Якщо аналізувати сортові відмінності за різних варіантів оптимізації площ живлення, то за ширини міжрядь 19+19+19 см в середньому висота рослин сорту Сірелія була 24,76 см, при цьому ж сорт Сайдіна формував висоту в 24,49 см, в сорту Вишиванка вона була 22,86 см, а в сорту Жаклін – 21,22 см. За застосування ширини міжрядь 19+38+19 см були отримані показники зростання висоти рослин в сорту Сірелія на 1,66 см, в сорту Сайдіна на 1,28 см, в сорту Вишиванка на 1,98 см та в сорту Жаклін на 1,34 см.

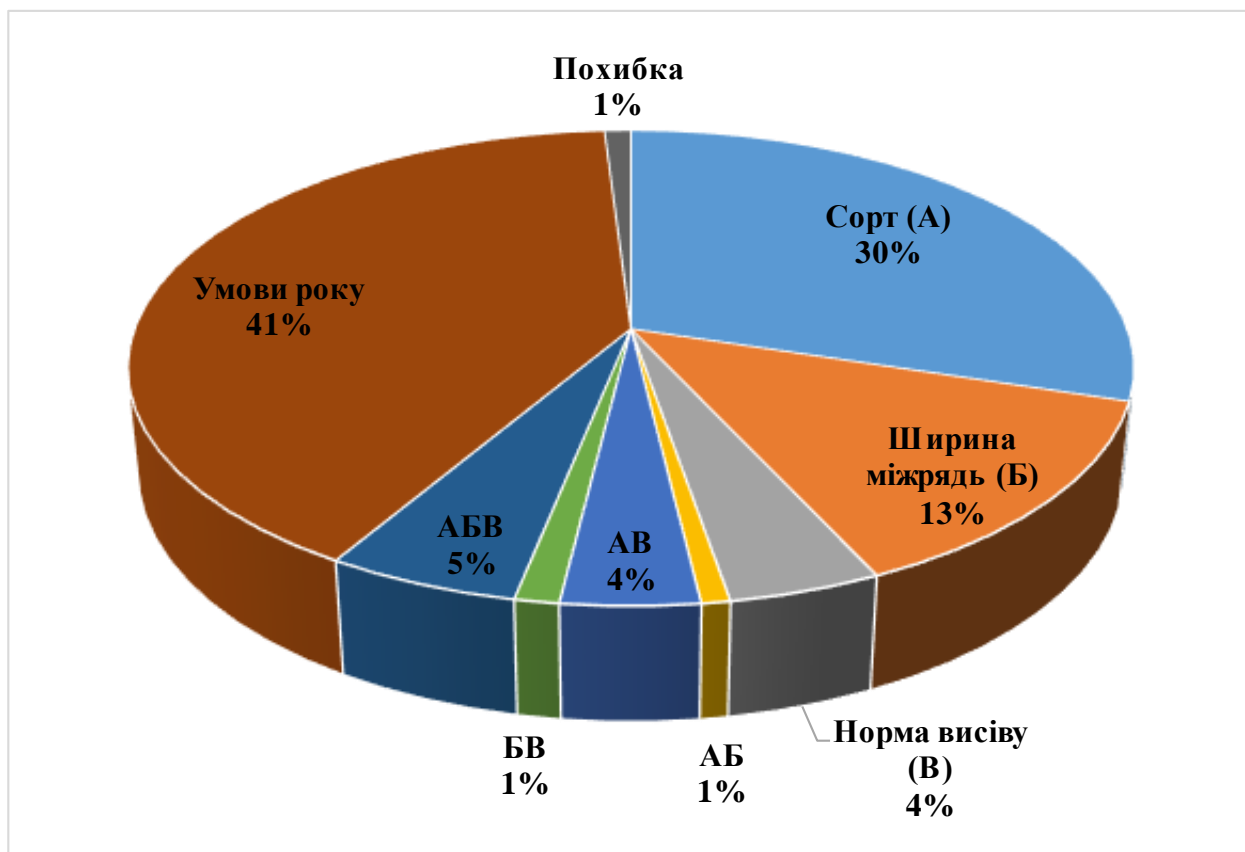
Ще більші відмінності спостерігались нами при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см. Так, висота рослин порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 2,45 см, в сорту Сайдіна на 1,59 см, в сорту Вишиванка на 3,12 см а в сорту Жаклін на 1,99 см. Тобто за здавалося б більшої ширини міжрядь рослини продовжували ще більш активну конкуренцію між собою, особливо це стосується загущених посівів з неоптимальною площею живлення.

Що стосується густоти посівів, то за норми висіву в 450 тис. шт./га схожих насінин висота рослин сорту Сірелія становила 25,1 см, в сорту Сайдіна вона була 26,0 см, в сорту Вишиванка 23,5 см, а в сорту Жаклін – 21,2 см.

Збільшення норми висіву до 600 тис. шт./га за вирощування сорту Сірелія призводило до зростання висоти рослин на 1,4 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га – на 1,7 см. Аналогічно реагували підвищенням середньої висоти рослин такі сорти як Вишиванка (1,1 та 2,0 см) а також Жаклін (1,2 та 2,1 см). Що стосується сорту Сайдіна, то за підвищення норми висіву до

600 тис. шт./га висота рослин була на 1,3 см нижчою чим за густоти в 450 тис. шт./га, а за густоти 750 тис. шт./га всього на 0,4 см меншою. Тобто, на нашу думку спостерігалось своєрідне пригнічення рослин сої за збільшення кількості їх на одиницю площі та посилення конкуренції.

Визначимо також вплив факторів досліджу на формування висоти рослин сої на час бутонізації (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Вплив факторів досліджу на формування висоти рослин сої на час бутонізації**

За вкладом факторів у формування ознаки можна виділити важливість сортових особливостей (30 %) та ширини міжрядь (13 %). Умови року доволі вагомо впливали на ознаку (41 %), оскільки від температурного режиму та режиму зволоження значно змінюються показники висоти рослин сої. Адже культура теплолюбна та потребує на початку вегетації як достатньої кількості вологи так і настання суми активних температур повітря.

Також більш детально зупинимось на особливостях формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час цвітіння (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

**Особливості формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час цвітіння, см, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	38,9	37,5	36,7	31,8
	600	39,0	38,1	33,9	32,5
	750	40,0	37,2	36,7	35,7
19+38	450	39,1	38,1	37,5	33,3
	600	40,8	37,4	37,5	34,0
	750	40,3	39,3	40,6	35,1
38	450	39,7	40,1	37,3	32,5
	600	41,0	38,5	40,2	36,7
	750	40,3	39,0	42,6	37,6
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,12; ширини – 0,11; норми – 0,11; загальна – 0,37			

В цілому в сорту Сірелія висота рослин на час цвітіння була 39,9 см, в сорту Сайдіна на 1,6 см нижча, в сорту Вишиванка на 1,8 см нижча та в сорту Жаклін на 5,5 см нижча.

За ширини міжрядь 19+19+19 см в середньому висота рослин сорту Сірелія була 39,30 см, при цьому ж сорт Сайдіна формував висоту в 37,60 см, в сорту Вишиванка вона була 35,77 см, а в сорту Жаклін – 33,34 см. За використання ширини міжрядь 19+38+19 см були отримані показники збільшення висоти рослин в сорту Сірелія на 0,78 см, в сорту Сайдіна на 0,67 см, в сорту Вишиванка на 2,75 см та в сорту Жаклін на 0,80 см.

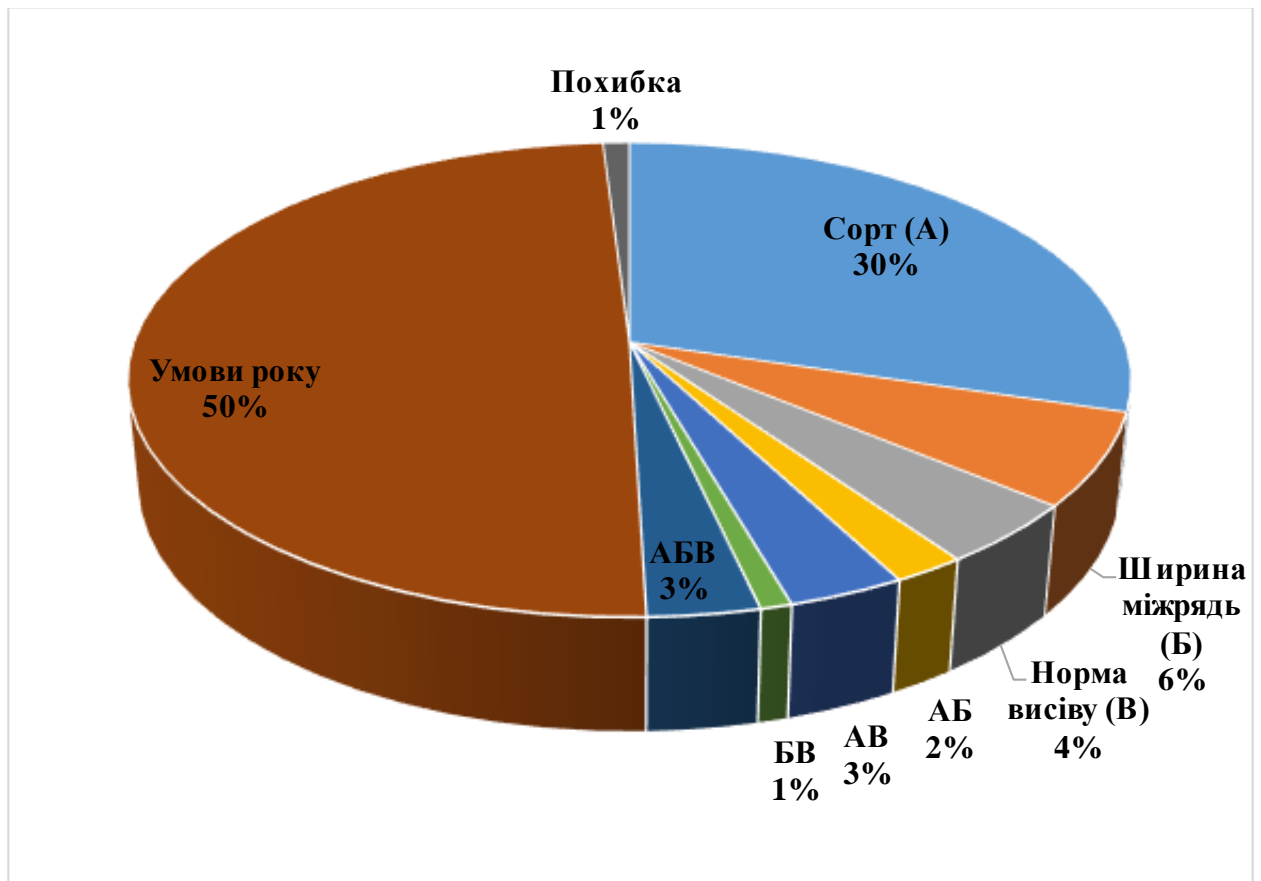
Аналогічно попередньому періоду спостережень при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см висота рослин порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 1,03 см, в сорту Сайдіна на 1,60 см, в сорту Вишиванка на 4,29 см а в сорту Жаклін на 2,28 см.

Також нами було виявлено, що за норми висіву в 450 тис. шт./га схожих насінин висота рослин сорту Сірелія становила 39,2 см, в сорту Сайдіна вона була 38,5 см, в сорту Вишиванка 37,2 см, а в сорту Жаклін – 32,5 см. За підвищення норми висіву до 600 тис. шт./га за вирощування сорту Сірелія ми спостерігали зростання висоти рослин на 1,1 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га – на 1,0 см. Аналогічно реагували підвищенням середньої висоти рослин такі сорти як Вишиванка (лише за норми висіву 750 тис. шт./га – 2,8 см) а також Жаклін (1,9 та 3,6 см).

Стосовно сорту Сайдіна, то за підвищення норми висіву до 600 тис. шт./га висота рослин була меншою на 0,5 см чим за густоти в 450 тис. шт./га, а за густоти 750 тис. шт./га меншою всього на 0,1 см.

Отже, по мірі загушення посівів, а особливо це спостерігалось на варіантах широкорядних посівів де та ж кількість насінини сої розташовувалась в більш широких міжряддях ми визначали закономірності по деякому підвищенню висоти рослин. Адже в цілому по досліді навіть збільшення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га призводило зростання висоти посівів з 36,9 см до 38,7 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по досліді становила 38,7 см. Аналогічна реакція рослин сої була отримана на збільшення ширини міжрядь, оскільки воно відбувалось одночасно з незмінною кількістю насінин на одиницю площі, то фактично таким чином зменшувалась площа живлення однієї рослини. Так, можна припустити що рослини використовують прямокутну видовжену площу аналогічно до квадратної, проте для цього їм потрібно більше часу, який лімітований за вирощування скоростиглих сортів.

Встановимо вплив факторів досліді на формування висоти рослин сої на час цвітіння (рис. 4.2).



**Рис. 4.2. Вплив факторів дослідження на формування висоти рослин сої на час цвітіння**

Аналізуючи вплив факторів на формування висоти рослин сої на час цвітіння можна стверджувати що сортові особливості аналогічно попередньому періоду доволі ефективно впливали на цей показник (30%). Проте, значно підсилюється вплив погодних умов року і зріс з 41% до 50%, що показує нам критичність впливу саме в цей час росту та розвитку сої.

Адже за даними інших дослідників період цвітіння для рослин сої є досить критичним в аспекті потреби їх в волозі та неприйнятності дії високих температур повітря, що викликають не лише загальне пригнічення рослин а й високу абортивність квіток, зменшення числа зав'язуваності їх та власне кількості бобів на рослині [12].

Окремо проаналізуємо особливості формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час наливу насіння (таблиця 4.3).



**Особливості формування висоти рослин сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву на час наливу насіння, см, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	75,0	72,7	69,0	63,0
	600	75,4	73,6	70,3	65,1
	750	78,5	74,0	72,0	69,1
19+38	450	75,7	73,9	70,8	63,9
	600	76,4	75,3	73,2	67,0
	750	79,3	75,8	74,8	72,0
38	450	76,0	74,7	74,3	64,8
	600	76,7	75,9	76,2	68,9
	750	81,9	76,7	77,9	72,9
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,27; ширини – 0,23; норми – 0,23; загальна – 0,80			

Аналогічно попереднім періодам встановимо середні показники висоти рослин досліджуваних сортів сої. В цілому в сорту Сірелія висота рослин на час наливу насіння була 77,2 см, в сорту Сайдіна 74,7 см, в сорту Вишиванка на 73,2 см та в сорту Жаклін 67,4 см. Якщо ж звернутися до даних Українського інституту експертизи сортів рослин, то в сорту Сірелія середня висота рослин змінюється від 54,4 до 85,5 см, в сорту Сайдіна від 69,8 до 78,3 см в сорту Вишиванка від 68,5 до 82,5 см а в сорту Жаклін від 61,9 до 85,5 см. Тобто в своїх дослідях ми мали справу з типовими для досліджуваних сортів параметрами висоти рослин.

Також ми встановили зміни висоти при вирощуванні з різною шириною міжрядь. Так, за ширини міжрядь 19+19+19 см в середньому висота рослин

сорту Сірелія складала 76,31 см, тоді як в сорті Сайдіна була визначена висота в 73,42 см, в сорті Вишиванка вона була 70,44 см, а в сорті Жаклін – 65,73 см. За вирощування рослин з шириною міжрядь 19+38+19 см були отримані показники зростання висоти рослин в сорті Сірелія на 0,82 см, в сорті Сайдіна на 1,57 см, в сорті Вишиванка на 2,47 см та в сорті Жаклін на 1,89 см.

Також подібні закономірності спостережено аналогічно попередньому періоду, коли при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см висота рослин порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорті Сірелія зроста на 1,87 см, в сорті Сайдіна на 2,36 см, в сорті Вишиванка на 5,71 см а в сорті Жаклін на 3,15 см.

Якщо проаналізувати відмінності між різними нормами висіву, то було виявлено, що за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин висота рослин сорту Сірелія становила 75,6 см, в сорті Сайдіна вона була 73,8 см, в сорті Вишиванка 71,4 см, а в сорті Жаклін – 63,9 см. За умови збільшення норми висіву до 600 тис. шт./га в сорті Сірелія ми спостерігали зростання висоти рослин на 0,6 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га – на 4,3 см. Також підвищенням середньої висоти рослин на збільшення норми висіву реагували такі сорти як Сайдіна – 1,1 та 1,7 см, Вишиванка – 1,8 та 3,5 см а також Жаклін – 3,1 та 7,4 см.

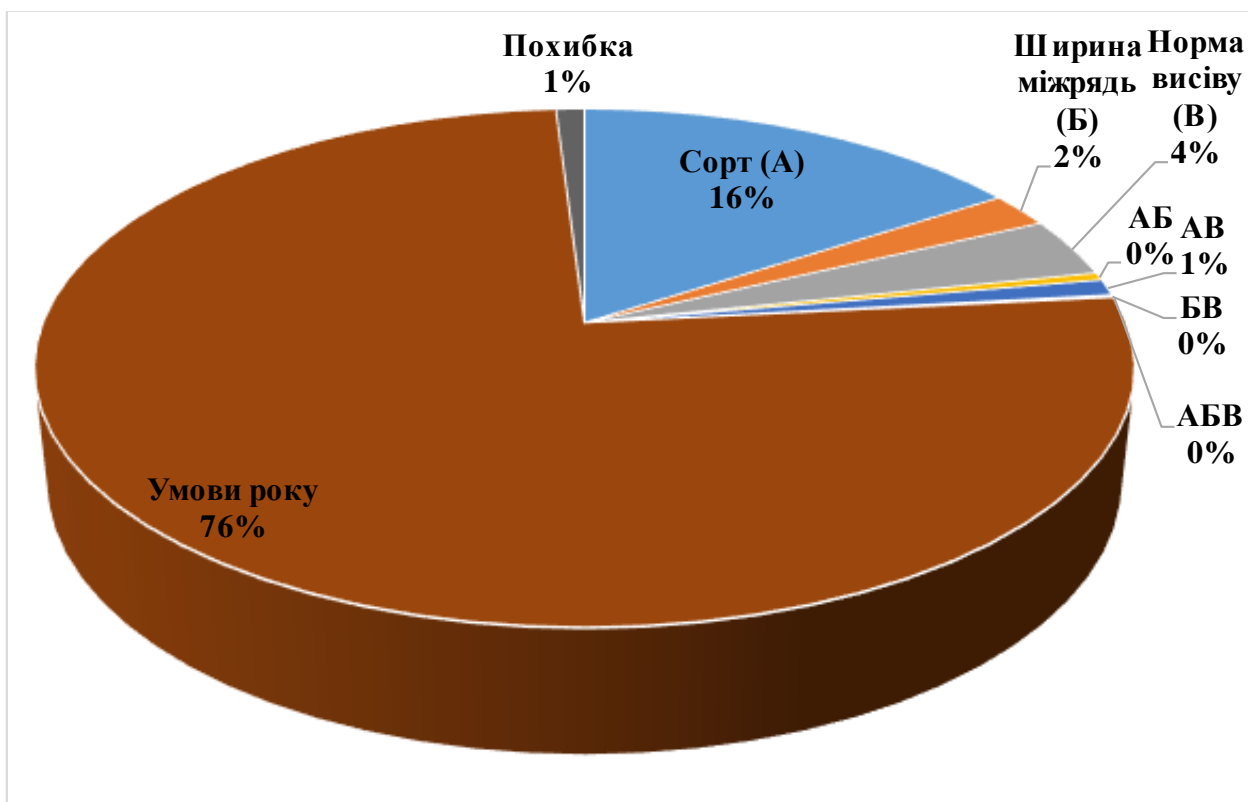
Отже, в більш пізні фази росту та розвитку усі без виключення сорти сої по мірі зменшення площі живлення однієї рослини намагались опинитись в кращих умовах для засвоєння сонячної енергії та збільшували висоту рослин як спосіб кращого розташування листової поверхні і оптимізації надходження більших кількостей світла.

Так, було виявлено, що в цілому по досліді навіть за підвищення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га створювались умови що сприяли збільшенню висоти посівів з 71,16 см до 72,83 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по досліді становила 75,40 см.

Аналогічно було встановлено, що за збільшення ширини міжрядь з базової 19+19+19 см до 19+38+19 см середня висота рослин зроста на 1,69 см,

а за подальшого зростання міжрядь до 38+38+38 см висота посівів сої ще збільшилась в середньому на 1,59 см.

Визначимо вплив факторів досліду на формування висоти рослин сої на час наливу насіння (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Вплив факторів досліду на формування висоти рослин сої на час наливу насіння**

На відміну від попередніх облікових періодів, на час наливу насіння, вплив погодних умов ще більше підсилюється в плані визначення показника висоти рослин (76 %), що підкреслює важливість критичного періоду цвітіння-налив бобів для подальшого формування ефективного врожаю сої. Також спостережено, що вплив сортових особливостей зменшився з 30 до 16 %.

Для сої важливим питанням без проблемності збирання врожаю залишається формування нижнього ярусу бобів, адже за досить низького розташування їх неможливо зібрати врожай звичайними жатками, потрібно використовувати жатки типу «флекс», які не завжди є в доступності в

господарствах, особливо що стосується малих фермерських агроформувань. Причому є наукові дослідження в яких доводиться що показник висоти прикріплення нижнього бобу суттєво залежить від загальної висоти рослин, а отже, за несприятливого впливу погодних умов ми можемо отримувати й більший відсоток втрат врожаю [5; 33].

Тому проаналізуємо особливості формування висоти прикріплення першого бобу сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4

**Особливості формування висоти прикріплення першого бобу сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, см, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	11,0	13,7	11,7	12,0
	600	11,2	14,0	11,9	12,2
	750	11,4	14,2	12,0	12,4
19+38	450	11,0	13,8	11,8	12,1
	600	11,2	14,0	11,9	12,3
	750	11,2	14,0	12,0	12,3
38	450	11,2	14,1	12,1	12,2
	600	11,4	14,5	12,3	12,5
	750	11,7	14,5	12,4	12,7
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,06; ширини – 0,05; норми – 0,05; загальна – 0,18			

Якщо проаналізувати особливості прикріплення нижнього бобу по сортам загалом, то для сорту Сірелія середній показник становив 11,2 см, для сорту Сайдіна – 14,1 см, для сорту Вишиванка – 12,0 см, а в сорту Жаклін -

12,3 см. Цих відстаней цілком достатньо для використання стандартних жаток і збирання врожаю без втрат.

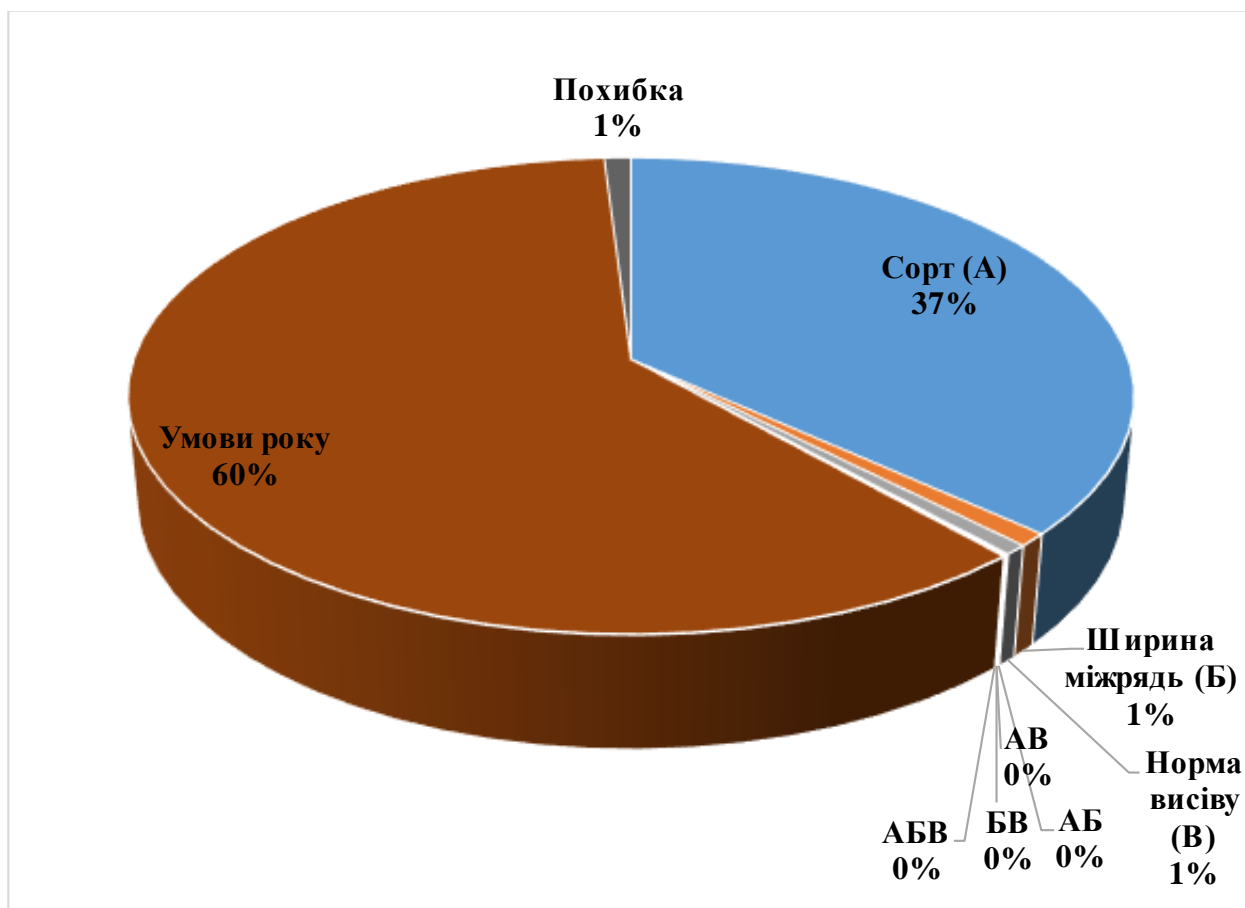
Проте, інші агротехнічні параметри вирощування також впливали на зміну цього показника. Так, за ширини міжрядь 19+19+19 см висота прикріплення нижнього бобу на рослинах сорту Сірелія складала 11,18 см, тоді як в сорту Сайдіна була 13,99 см, в сорту Вишиванка вона була 11,89 см, а в сорту Жаклін – 12,21 см. За збільшення ширини міжрядь посівів сої до 19+38+19 см були отримані незначні показники на рівні попередніх варіантів досліду. При цьому, достовірні відхилення спостерігались лише при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см, коли висота прикріплення нижнього бобу порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 0,26 см, в сорту Сайдіна на 0,40 см, в сорту Вишиванка на 0,41 см а в сорту Жаклін на 0,23 см.

Якщо проаналізувати відмінності між різними нормами висіву, то виявлено, що за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин висота прикріплення нижнього бобу на рослинах сорту Сірелія становила 11,05 см, в сорту Сайдіна вона була 13,89 см, в сорту Вишиванка 11,87 см, а в сорту Жаклін – 12,08 см. За умови підвищення норми висіву до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія ми спостерігали зростання висоти прикріплення на 0,20 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га – на 0,38 см. Також підвищенням середньої висоти прикріплення нижнього бобу на збільшення норми висіву реагували такі сорти як Сайдіна – 0,25 та 0,35 см, Вишиванка – 0,20 та 0,25 см а також Жаклін – 0,25 та 0,38 см.

Отже, ми спостерігали деякі зміни висоти прикріплення нижнього бобу на рослинах сої різних сортів, проте, зважаючи на закономірності до підвищення висот прикріплення нижнього бобу по мірі підвищення загальної висоти рослин вважаємо що окремих тенденцій до впливу досліджуваних агротехнічних факторів не спостерігається. Тобто висота прикріплення нижнього бобу залежить від загальної висоти рослин і чим більш

високоросліші посіви ми маємо тим вище розташовуються квітки на стеблі, а отже і синхронно змінюються обидва показники висоти.

Встановимо вплив факторів дослідження на формування висоти прикріплення нижнього бобу на рослинах сої (рис. 4.4).



**Рис. 4.4. Вплив факторів дослідження на формування висоти прикріплення нижнього бобу на рослинах сої**

На підтвердження наших припущень стосовно синхронності зміни висоти прикріплення нижнього бобу, по мірі збільшення висоти самих рослин можна проаналізувати результати дисперсійного аналізу, зокрема встановлення частки впливу факторів. Так, біологічні особливості досліджуваних сортів впливають на 37 % на зміну цієї ознаки, а умови вегетаційного періоду на 60 %. Тобто, чим більш сприятливі умови формуються для отримання високоросліших рослин сої, то тим більшу висоту прикріплення нижнього бобу можна отримати. При цьому, варіанти різної

площі живлення рослин впливають по суті на їх біологічну реакцію в комплексі, а не як відокремлені фактори впливу.

Традиційно на рослинах сої формується значна кількість бобів, тому показник досить цікавий до всебічного аналізування. Адже, в випадку втрати сформованих бобів неможливо замінити втрату врожаю за рахунок підвищення кількості насінин, а їх масою рослини можуть лише частково компенсувати отримані зміни в структурі формування врожаю [71].

Проаналізуємо також особливості формування кількості бобів на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5

**Особливості формування кількості бобів на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт., середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	20,0	22,9	19,0	17,0
	600	20,1	21,8	18,8	17,2
	750	19,4	22,1	18,4	17,6
19+38	450	21,0	23,0	19,1	17,3
	600	20,5	22,4	18,9	17,2
	750	20,2	21,9	18,5	17,6
38	450	20,7	22,4	18,5	17,5
	600	21,1	21,6	18,3	17,4
	750	20,6	20,9	18,0	17,8
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,10; ширини – 0,09; норми – 0,09; загальна – 0,30			

Якщо проаналізувати закономірності зміни даної ознаки в розрізі по сортах, то в сорту Сірелія було сформовано в середньому 20,40 шт. бобів, в

сорту Сайдін – 22,11 шт., в сорту Вишиванка – 18,62 шт., а в сорту Жаклін – 17,39 шт.

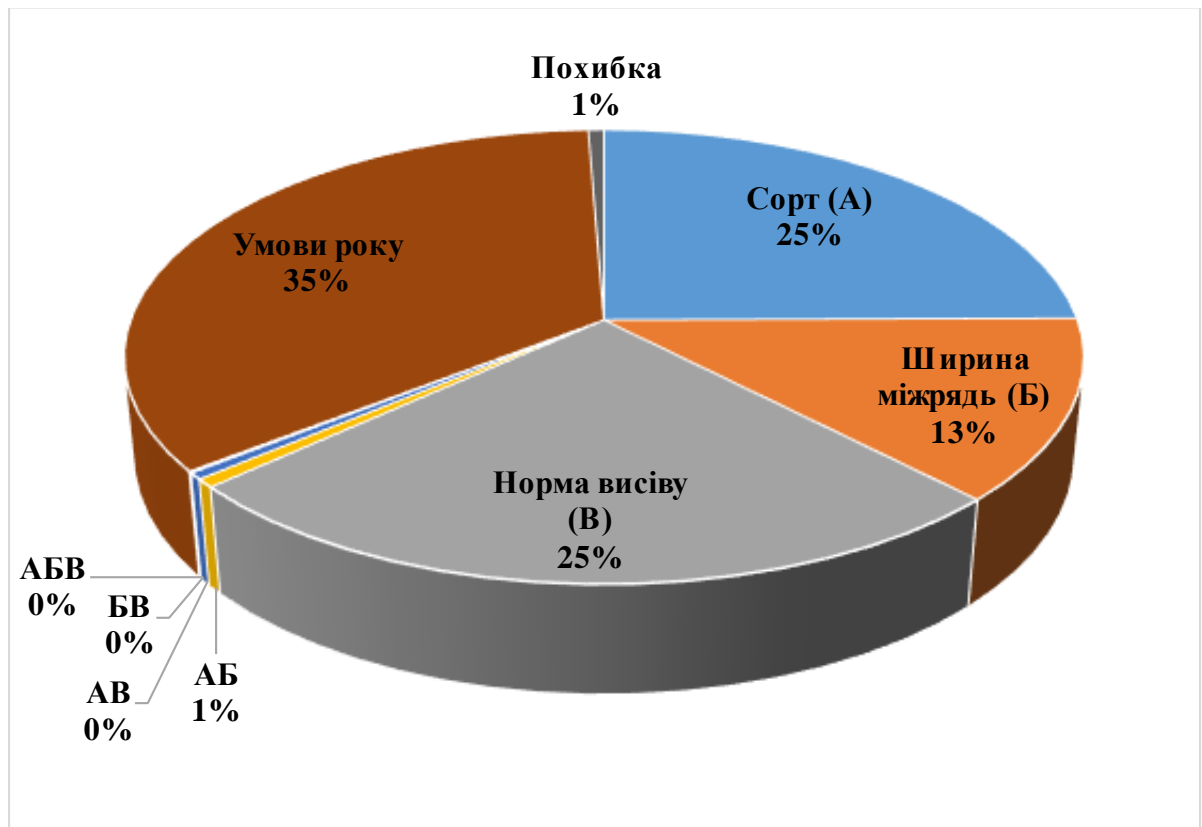
Також нами визначено, що за ширини міжрядь 19+19+19 см кількість бобів на рослинах сорту Сірелія складала 19,83 шт., тоді як в сорту Сайдіна була 22,25 шт., в сорту Вишиванка становила 18,73 шт., а в сорту Жаклін – 17,28 шт. В випадку використання комбінованих, збільшених міжрядь сої до 19+38+19 см були отримано зростання кількості бобів на 0,75, 0,18, 0,15 та 0,07 шт. відповідно до сортів. Тоді як при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см кількість бобів на рослині порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 0,98 шт., а в сорту Жаклін на 0,25 шт. За аналогічних умов в сорту Сайдіна показник зменшився на 0,61 шт. в сорту Вишиванка на 0,49 шт.

Також були й виявлені відмінності між різними нормами висіву, та за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин кількість бобів на рослинах сорту Сірелія становила 20,57 шт., в сорту Сайдіна вона була 22,77 шт., в сорту Вишиванка 18,88 шт., а в сорту Жаклін – 17,24 шт. За підвищення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія ми не спостерігали достовірних змін кількості бобів на рослині, а за норми висіву в 750 тис. шт./га їх число зменшилось на 0,48 шт. Також зменшенням кількості бобів на рослині на підвищення густоти посівів відреагували такі сорти як Сайдіна – 0,85 та 1,13 шт., Вишиванка – 0,22 та 0,56 шт. Разом з тим, в сорту Жаклін за збільшення густоти посівів до 600 тис. шт./га ми не спостерігали значних відхилень в кількості бобів на рослину, коли ж за зростання густоти до 750 тис. шт./га отримано підвищення на 0,42 шт.

Отже, показник кількості бобів на одній рослині залежить як від біологічних показників досліджуваних сортів так і від характеристик умов вирощування, а зокрема – формування гарного рівня забезпечення рослин живленням за рахунок оптимальної площі і розташування їх в просторі.

Також покажемо вплив факторів досліду на формування кількості бобів на рослинах сої (рис. 4.5).





**Рис. 4.5. Вплив факторів дослідів на формування кількості бобів на рослинах сої**

За показниками впливу факторів дослідів на формування кількості бобів на рослині можна стверджувати, що погодні умови з року в рік викликали значні модифікаційні зміни на рівні 35 %. Проте, частка сорту становила 25 % так же як і норми висіву рослин, а ширина міжрядь визначала мінливість ознаки на 13 %. Що засвідчує про вагомість впливу усіх факторів дослідів на утворення достатніх для формування гарного рівня урожайності кількостей бобів на рослину.

Власне в новоутворених бобах і формується певна кількість насінин, чисельність яких визначається під час цвітіння та запилення квіток, проте, в подальшому може спостерігатись як абортівність квіток, так і осипання бобів або ж завмирання в розвитку частини насінин. Особливо такі аномалії розвитку бобів сої притаманні в несприятливі періоди вегетаційного сезону, або ж в випадку недостатнього рівня агротехнологій, які не можуть забезпечити потреби рослин в наливі сформованого врожаю [110].

Проаналізуємо також особливості формування кількості насінин в бобі на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6

**Особливості формування кількості насінин в бобі на рослинах сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт., середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	1,57	1,47	1,70	2,64
	600	1,26	1,11	1,38	2,01
	750	1,07	0,87	1,06	1,67
19+38	450	1,61	1,49	1,82	2,83
	600	1,32	1,13	1,47	2,12
	750	1,09	0,88	1,08	1,73
38	450	1,48	1,50	2,00	2,75
	600	1,11	1,13	1,61	2,11
	750	0,92	0,91	1,21	1,68
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,05; ширини – 0,04; норми – 0,04; загальна – 0,14			

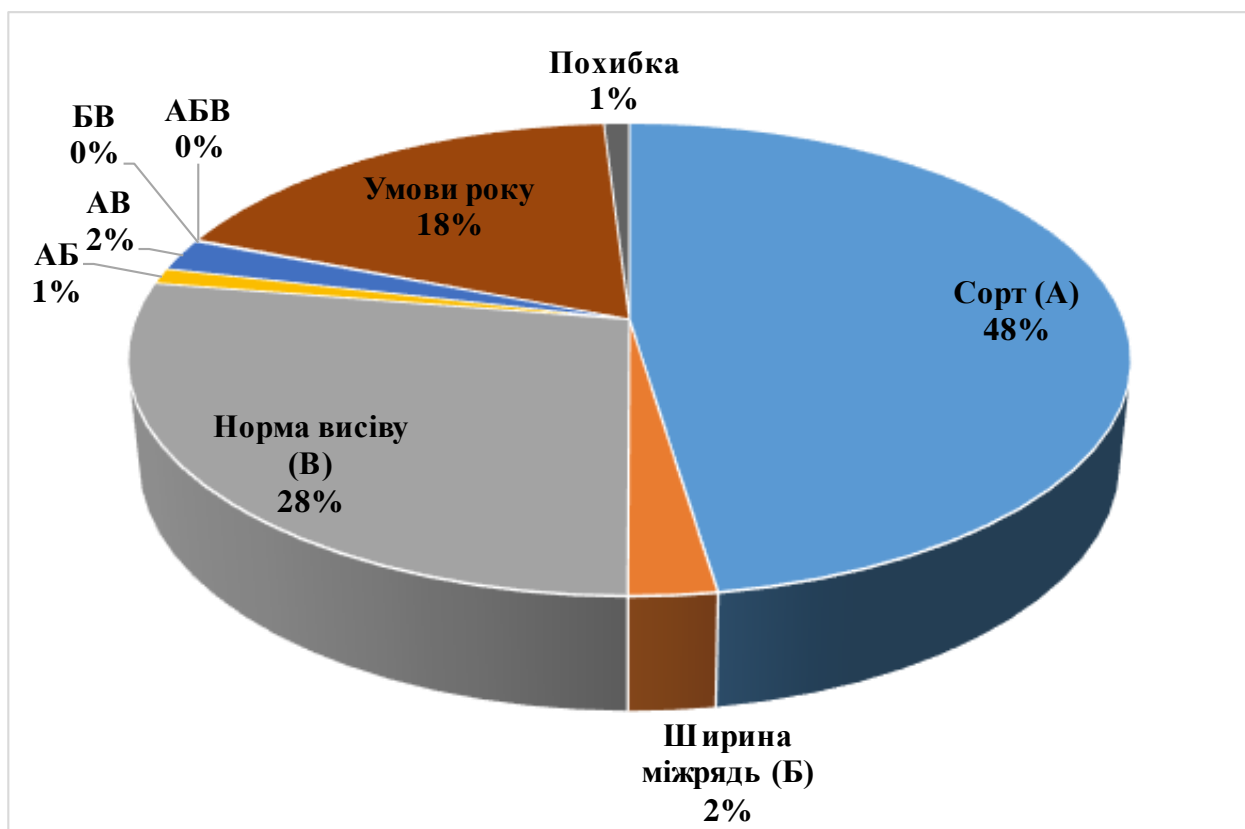
Формування кількості насінин в бобі мало чітко виражені сортові особливості, так в сорту Сірелія, середня кількість по досліді була 1,27 шт., в сорту Сайдіна – 1,17 шт., в сорту Вишиванка 1,48 шт., а в сорту Жаклін – 2,14 шт.

Загалом, ширина міжрядь не впливала суттєво на зміни показника кількості насінин з бобу і при збільшенні міжрядь з 19+19+19 см до 19+38+19 та до 38+38+38 перевищення рівня достовірності відхилень понад найменшу

істотну різницю в досліді було лише в сорту Вишиванка, за ширини міжрядь 38+38+38 см – на 0,23 шт.

Проте, були виявлені відмінності між різними нормами висіву, та за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин кількість насінин в бобі сорту Сірелія становила 1,55 шт., в сорту Сайдіна вона була 1,49 шт., в сорту Вишиванка 1,84 шт., а в сорту Жаклін – 2,74 шт. За зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія ми спостерігали зменшення кількості насінин в бобі на 0,33 шт., а за норми висіву в 750 тис. шт./га їх число зменшилось на 0,53 шт. Аналогічно зменшенням насінин в бобі на підвищення густоти посівів відреагували такі сорти як Сайдіна – 0,37 та 0,60 шт., Вишиванка – 0,37 та 0,72 шт. та Жаклін – 0,66 і 1,05 шт.

Відобразимо також і вплив факторів досліді на формування кількості насінин в бобі на рослинах сої (рис. 4.6).



**Рис. 4.6. Вплив факторів досліді на формування кількості насінин в бобі на рослинах сої**

Як бачимо, з наведеного графіку, отримані нами дані аналізування закономірності впливів факторів на формування кількості насінин в бобі підтверджуються часткою розподілу факторів. Так, сорт впливав на 48,5 на дану ознаку, а норма висіву визначала 28% мінливості і умови року лише складала 18% впливу. Отже, на формування показника кількості насінин в бобі значною мірою впливають не лише біологічні особливості досліджуваних сортів сої а й норми їх висіву, чим можна в певній мірі й змінювати дану ознаку, коригуючи параметри посівів до оптимальних значень.

Власне кількість бобів та насінин в них і формують своєрідний інтегруючий показник – кількість насінин з рослини. Для кращого розуміння проаналізуємо особливості формування кількості насінин з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7

**Особливості формування кількості насінин з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, шт., середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	30,8	33,2	31,8	44,1
	600	24,9	23,9	25,5	34,0
	750	20,5	18,9	19,2	29,0
19+38	450	33,4	33,7	34,3	48,1
	600	26,7	24,8	27,4	35,9
	750	21,6	19,1	19,8	29,9
38	450	30,3	33,1	36,4	47,1
	600	23,0	23,9	28,9	36,0
	750	18,6	18,7	21,5	29,4
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,43; ширини – 0,37; норми – 0,37; загальна – 1,28			

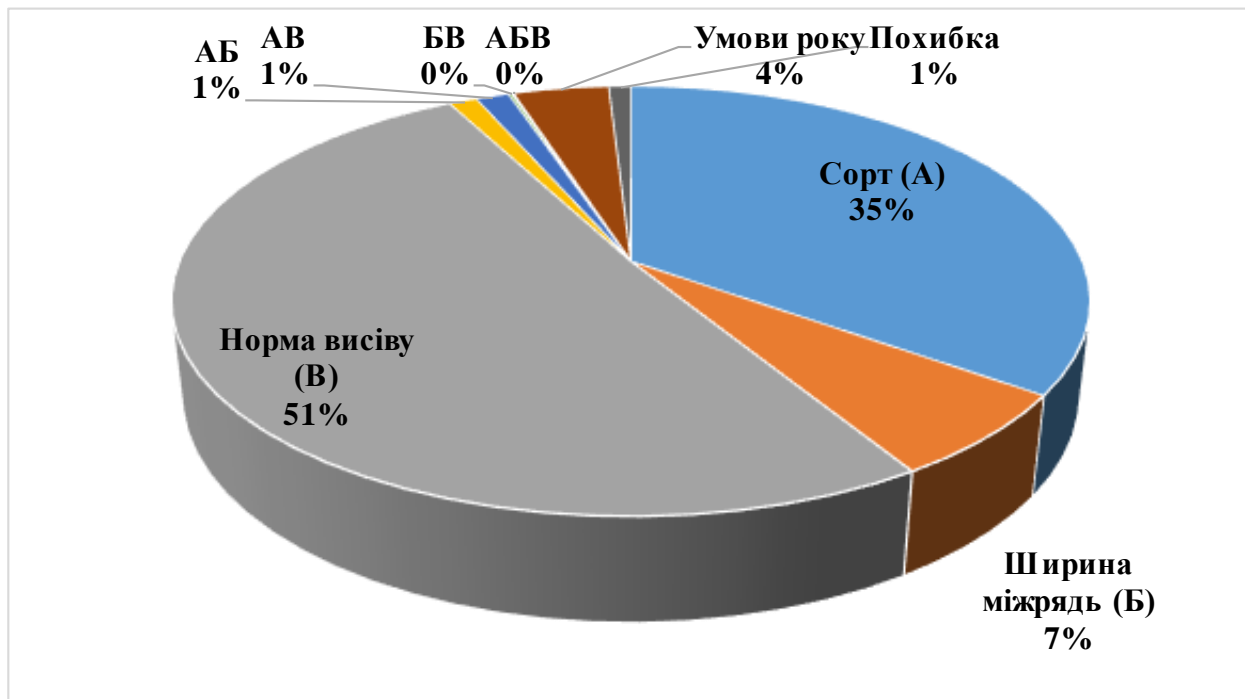
Отже, в середньому в сорту Сірелія було сформовано 25,5 шт. насінин на рослині, що було ідентично показникам сорту Сайдін, а в сорту Вишиванка – 27,2 шт., а в сорту Жаклін – 37,1 шт.

Також було встановлено, що за ширини міжрядь 19+19+19 см кількість насінин з рослини сорту Сірелія складала 25,38 шт., тоді як в сорту Сайдіна була 25,31 шт., в сорту Вишиванка – 25,49 шт., а в сорту Жаклін – 35,71 шт. За вирощування рослини з збільшеними міжряддями до 19+38+19 см було отримано зростання кількості насінин на 1,86, 0,57, 1,66 та 2,26 шт. відповідно до сортів. Тоді як при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см кількість насінин на рослині порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зменшилась на 1,42 шт., а в сортів Вишиванка та Жаклін зросла на 3,46 та 1,80 шт.

Також більш вагомими відмінностями спостерігались на варіантах досліду між різними нормами висіву. Так, було визначено що за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин кількість насінин на рослинах сорту Сірелія становила 31,5 шт., в сорту Сайдіна вона була 33,3 шт., в сорту Вишиванка 34,2 шт., а в сорту Жаклін – 46,5 шт. За підвищення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія кількість насінин зменшилась на 6,7 шт., в сорту Сайдіна на 9,1 шт., в сорту Вишиванка на 6,9 шт., а в сорту Жаклін на 11,1 шт. Тоді як за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця склала 11,3, 14,4, 14,0 та 17,0 шт. відповідно.

Отже, норма висіву насіння суттєво, як на нашу думку, впливала на кількість насінин на рослинах сої, особливо в контексті формування передумов до зниження її при збільшенні чисельності рослин на одиниці площі. Особливо яскраво це спостерігалось на не оптимальних параметрах площі живлення рослини, за використання для вирощування сої міжрядь в 38+38+38 см та густоти посівів в 750 тис. шт./га.

Покажемо також особливості впливу факторів досліду на формування кількості насінин з рослини сої (рис. 4.7), за результатами проведеного дисперсійного аналізу.



**Рис. 4.7. Вплив факторів дослідів на формування кількості насінин з рослини сої**

Фактично результати дисперсійного аналізу підтверджують зроблені нами попередні висновки про те що норма висіву насіння впливає на 51 % на утворення кількості насінин на рослині сої, при тому ж сортові біологічні відмінності мають вплив на рівні 35 %, а ширина міжрядь всього на 7 %. Отже, на формування цієї ознаки найбільш впливають агротехнічні та біологічні особливості, а меншою мірою погодні умови в роки проведення досліджень. Що пояснюється ще й тим що насіння під впливом несприятливих погодних умов може не зав'язатися в більшій мірі чим бути втрачене в процесі досягання уже як таке що сформоване.

Маса насіння з рослини фактично є показником що визначає індивідуальну продуктивність рослин і лише перемноження на густоту посівів дозволяє встановити масову їх урожайність. Тому на аналізування цієї ознаки слід обов'язково звертати увагу [94].

Розглянемо особливості формування маси насінин з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.8).

**Особливості формування маси насіння з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, г, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	7,0	7,9	7,0	7,0
	600	5,5	5,6	5,5	5,3
	750	4,5	4,3	4,0	4,4
19+38	450	7,7	8,0	7,4	7,5
	600	6,0	5,7	5,8	5,5
	750	4,8	4,3	4,1	4,5
38	450	6,8	7,6	7,0	7,1
	600	5,1	5,4	5,4	5,4
	750	4,0	4,1	4,0	4,4
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,07; ширини – 0,06; норми – 0,06; загальна – 0,21			

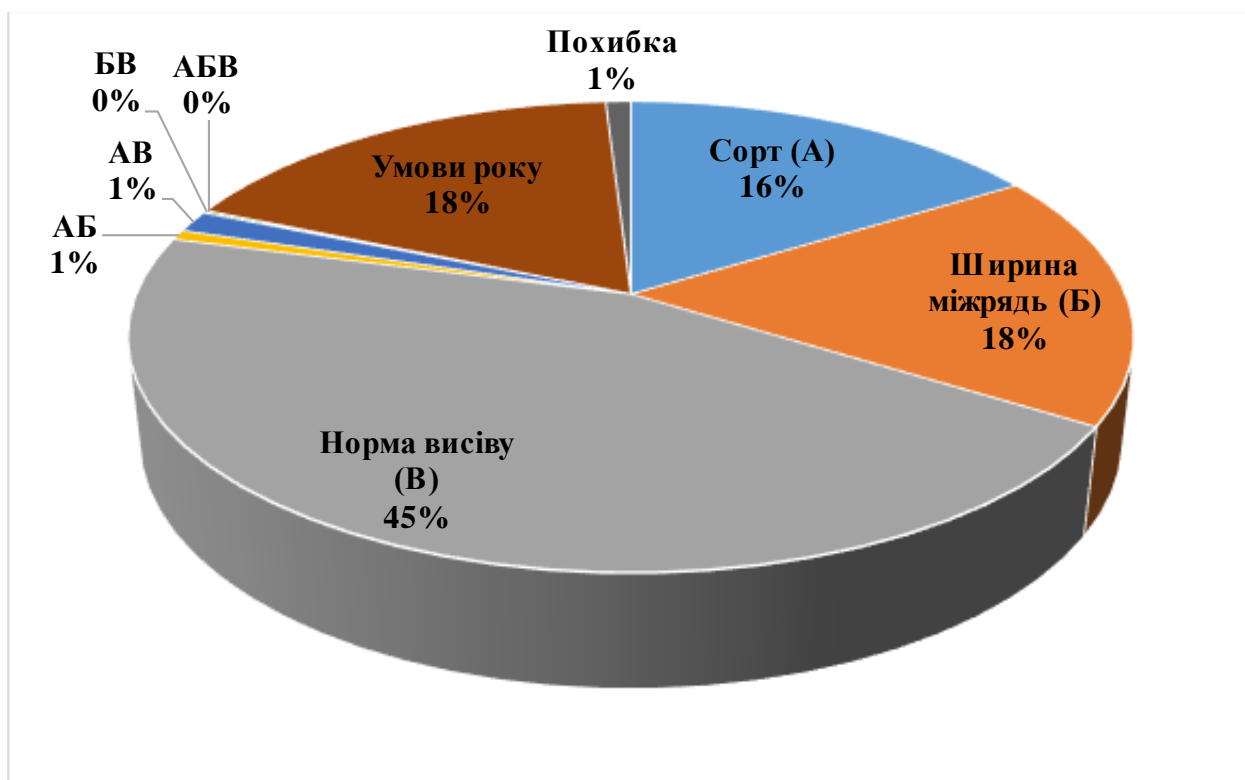
В цілому по досліді маса насіння з однієї рослини сорту Сірелія становила 5,71 г, в сорту Сайдіна вона була 5,88 г, тобто найбільшою в досліді, в сорту Вишиванка – 5,57 г (найменша по сортах), а в Жаклін – 5,70 г.

Якщо проаналізувати зміни маси насіння з рослини, то за ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія вона була 5,68 г, тоді як в сорту Сайдіна була 5,93 г, в сорту Вишиванка – 5,48 г, а в сорту Жаклін – 5,60 г. При використанні міжряддя в 19+38+19 см отримано зростання маси по сортах на 0,48, 0,09, 0,31 та 0,25 г. При збільшенні ж ширини міжрядь до 38+38+38 см маса насіння з рослини порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зменшилась на 0,41 г, в сорту Сайдіна на 0,23 г, в сортів Вишиванка та Жаклін залишилась без змін.

Різні норми висіву більш вагомніше впливали на зміну показника маси насіння з рослини і за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія вона була 7,16 г, в сорту Сайдіна вона була 7,86 г, в сорту Вишиванка 7,12 г, а в сорту Жаклін – 7,24 г. При зростанні норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія маса насінин зменшилась на 1,63 г, в сорту Сайдіна на 2,30 г, в сорту Вишиванка на 1,55 г, а в сорту Жаклін на 1,83 г. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця по сортах склала 2,74, 3,61, 3,10 та 2,80 г відповідно.

Отже, найбільш вагомі зміни спостерігались в випадку підвищення густоти посівів, на що рослини сої реагували зменшенням маси насіння з однієї рослини, проте, сумарно це могло не суттєво впливати на загальний рівень урожайності за рахунок якраз тієї ж густоти посівів.

Встановимо вплив факторів дослідів на формування маси насінин з рослини сої (рис. 4.8).



**Рис. 4.8. Вплив факторів дослідів на формування маси насінин з рослини сої**



Як бачимо, за впливом факторів на формування маси насіння з рослини найбільш вагоме місце займає саме норма висіву (45 %), що пояснюється якраз високою пластичністю сої в плані формування урожайності за різних рівні загущення посівів. При цьому ж ширина міжрядь та погодні умови вегетаційного періоду займають частку впливу на рівні 18 %, а сортові особливості визначають 16 % взаємодій.

Маса 1000 насінин досить цікавий показник, що з одного боку генетично детермінований та чітко залежний від біологічних особливостей сортів. Проте, з іншого боку він є залежний і від умов вирощування сої, а тому ряд авторів показують доволі вагомі зміни цієї ознаки під впливом технологій [16; 65].

Проаналізуємо також і особливості формування маси 1000 насінин з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.9).

Таблиця 4.9

**Особливості формування маси 1000 насінин з рослини сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, г, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	229,8	239,1	220,1	160,0
	600	223,5	233,9	215,8	157,3
	750	219,4	230,5	210,0	154,2
19+38	450	230,0	239,7	217,4	157,7
	600	226,1	230,9	214,5	155,1
	750	222,3	227,3	208,4	150,9
38	450	224,3	232,1	192,7	152,6
	600	220,8	226,8	187,6	149,8
	750	215,0	219,1	184,9	149,9
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 1,61; ширини – 1,40; норми – 1,40; загальна – 4,84			

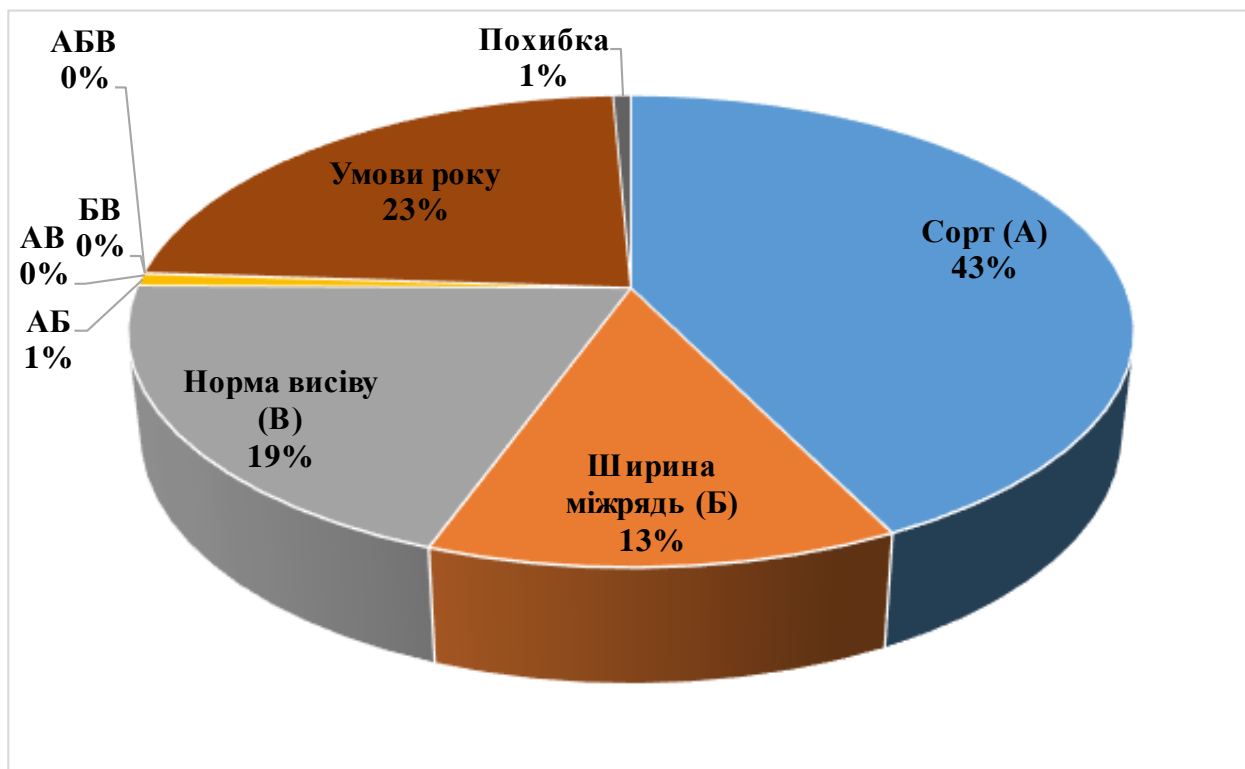
Загалом, якщо аналізувати по досліді, то маса 1000 насінин в сорту Сірелія становила 223,5 г, в сорту Сайдіна вона була 231,0 г, найбільшою в досліді, в сорту Вишиванка – 205,7 г, а в Жаклін – 154,2 г (найменша по сортах). Якщо аналізувати дані отримані в Українському інституті експертизи сортів рослин, то зазвичай сорт Сірелія формує масу тисячі до 220 г, сорт Сайдіна – 210-230 г, сорт Вишиванка – 200-210 г, а сорт Жаклін – 168-170 г. Тобто отримані нами дані близькі до статистичних показників офіційного сортовипробування.

За ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія маса 1000 насінин була 224,2 г, в сорту Сайдіна була 234,5 г, в сорту Вишиванка – 215,3 г, а в сорту Жаклін – 157,2 г. При вирощування посівів з міжряддями 19+38+19 см отримано зростання маси 1000 насінин в сорту Сірелія на 1,92 г, та зменшення в сорту Сайдіна на 1,88 г., в сорту Вишиванка на 1,92 г та в сорту Жаклін на 2,59 г. За умови збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см маса 1000 насінин з рослини порівняно з базовими міжряддями в 19 см в усіх сортів зменшувалася на 4,17, 8,49, 26,96 та 6,41 г відповідно.

Норми висіву також впливали на зміну показника маси 1000 насінин і за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія вона була 228,0 г, в сорту Сайдіна вона була 237,0 г, в сорту Вишиванка 210,1 г, а в сорту Жаклін – 156,8 г. Також ми визначили, що за зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія маса 1000 насінин зменшилась на 4,58 г, в сорту Сайдіна на 6,44 г, в сорту Вишиванка на 4,14 г, а в сорту Жаклін на 2,76 г. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га отримали ще менші показники маси 1000 насінин, які в середньому по сортах були на 9,13, 11,31, 9,00 та 5,15 г менші чим за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин.

Отже, маса 1000 насінин досить вагомо залежить не лише від біологічних особливостей досліджуваних сортів сої, а й від агротехніки їх вирощування на дослідних ділянках.

Виходячи з вищесказаного покажемо вплив факторів досліді на формування маси 1000 насінин на рослинах сої (рис. 4.9).



**Рис. 4.9. Вплив факторів дослідів на формування маси 1000 насінин на рослинах сої**

Загалом на масу 1000 насінин найбільш істотний вплив мали біологічні особливості сорту (43 %), в той час як інші елементи агротехніки перебували на меншому рівні впливовості: норма висіву 19 %, а ширина міжрядь – 13 %. Погодні умови визначали на 23 % мінливість даної ознаки по роках досліджень.

#### **4.2. Урожайність та якість врожаю**

Урожайність досліджуваної культури є визначальним агрономічним індикатором доцільності оптимізації технології вирощування. Якщо зібране зерно ми використовуємо для переробки на корм або продукти харчування, то значення має саме кількість отриманого врожаю з одиниці площі та його

якість. І лише для насінницьких чи селекційних цілей важливими залишаються індивідуально масові або інші характеристики рослин [93].

Отже, розглянемо показники урожайності сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву з точки зору ефективності оптимізації умов вирощування задля формування максимального рівня продуктивності культури і гарної реалізації рослинами свого біологічного потенціалу (таблиця 4.10).

Таблиця 4.10

**Урожайність сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву,  
т/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	2,58	2,70	2,42	2,41
	600	2,76	2,64	2,63	2,53
	750	2,81	2,60	2,44	2,70
19+38	450	2,67	2,82	2,51	2,55
	600	2,89	2,75	2,74	2,62
	750	2,92	2,64	2,46	2,72
38	450	2,31	2,59	2,26	2,30
	600	2,36	2,51	2,42	2,41
	750	2,39	2,42	2,28	2,53
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,08			

В середньому по роках досліджень ми встановили, що краща урожайність сої була отримана в умовах 2023 року – 2,80 т/га, в 2021 році отримано 2,60 т/га, а гірші умови для реалізації біологічного потенціалу сої склалися в 2022 році, та як наслідок ми отримали урожай зерна на рівні 2,29 т/га.

Зважаючи на те, що загалом отримані закономірності в реакції досліджуваних сортів сої на вплив елементів агротехніки з року в рік мали однакову спрямованість впливів, скориговану погодними умовами, то проаналізуємо отримані дані в розрізі середньо багаторічних показників та закономірностей.

Отже, в цілому по досліді урожайність зерна в сорту Сірелія становила 2,63 т/га, аналогічно до середніх значень сорту Сайдіна, тоді як в сорту Вишиванка – 2,46 т/га, а в Жаклін – 2,53 т/га.

Також в цілому можна відмітити, що за ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія урожайність була 2,72 т/га, в сорту Сайдіна була 2,65 т/га, в сорту Вишиванка – 2,49 т/га, а в сорту Жаклін – 2,55 т/га. При вирощування посівів з міжряддями 19+38+19 см отримано прибавку урожайності в сорту Сірелія на 0,11 т/га, в сорту Сайдіна на 0,09 т/га, в сорту Вишиванка на 0,08 т/га та в сорту Жаклін на 0,08 т/га. За збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см урожайність сортів сої зменшувалась порівняно з базовими міжряддями в 19 см в усіх сортів зменшувалася на 0,36, 0,14, 0,17 та 0,13 т/га відповідно.

Вирощування з різною густотою досліджуваних сортів сої теж впливало на рівень формування урожайності. Так, за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія урожайність становила 2,52 т/га, в сорту Сайдіна вона була 2,70 т/га, в сорту Вишиванка 2,40 т/га, а в сорту Жаклін – 2,42 т/га. Також за зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія урожайність зерна зросла на 0,16 т/га, в сорту Сайдіна навпаки – зменшилась на 0,07 т/га, в сорту Вишиванка зросла на 0,20 т/га, а в сорту Жаклін на 0,10 т/га.

За збільшення норми висіву в 750 тис. шт./га ми отримали ще більш цікаві закономірності зміни рівня урожайності. Так, в сорту Сірелія прибавка урожайності була 0,19 т/га чим за норми висіву в 450 тис. шт./га схожих насінин. Що фактично показує нам що навіть вирощування цього сорту в загущених посівах не призводить до кардинального пригнічення рослин та

зменшення їх продуктивності. В сорту Сайдіна отримано рівень урожайності на 0,15 т/га менше, тобто сорт на загущення понад 450 тис./га реагував планомірним зменшенням рівня продуктивності.

Середній рівень урожайності сорту Вишиванка за норми висіву в 750 тис. шт./га відповідав показникам сорту за вирощування його з нормою висіву в 450 тис. шт./га. При цьому ж норма висіву в 600 тис. шт./га сприяла зростанню урожайності на 0,20 т/га. Тобто сорт фактично має оптимум за урожайністю за середніх показників норми висіву.

Сорт сої Жаклін за норми висіву в 750 тис. шт./га мав в середньому на 0,23 т/га більшу урожайність в порівнянні до густоти 450 тис. шт./га. Зростання урожайності відбувалось поступово і за норми висіву в 600 тис. шт./га приріст становив 0,10 т/га, що засвідчує кращу реакцію сорту на загущення посівів. При чому саме не адаптацію до збільшення густоти посівів, що проявляється на прикладі сорту Сереля, який не знижує рівня урожайності при підвищенні густоти посівів, а власне планомірне зростання урожайності.

Якщо аналізувати індивідуальну урожайність сортів сої на застосування елементів агротехніки, то в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 600 тис. шт./га отримано за роки урожайність 2,89 т/га, а максимум продуктивності зафіксовано за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га – 2,92 т/га. Отриманий параметр урожайності був максимальний по усіх досліджуваних сортах що вивчались в нашому польовому експерименті.

Кращі показники урожайності по варіантах вирощування сорту Сайдіна, було ідентифіковано, в розрізі років досліджень при використанні ширини міжрядь 19+38+19 см та норма 450 тис. шт./га – 2,82 т/га. Фактично це єдиний сорт сої в нашому досліді що дозволив отримати гарний рівень продуктивності за низьких норм висіву.

Якщо аналізувати урожайність сорту Вишиванка, то загалом ефективною для нього з біологічної точки зору реалізації потенціалу була

ширина міжрядь 19+38+19 см та норма 600 тис. шт./га. За таких умов було отримано рівень врожайності в 2,74 т/га.

В сорту Жаклін кращі показники урожайності отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та висівання з нормою в 750 тис. шт./га – 2,72 т/га. Проте, для цього сорту залишалась й актуальною ширина міжрядь в 19+19+19 см та норма висіву в 750 тис. шт./га, за яких отримано рівень урожайності в 2,70 т/га.

Отже, використання комбінованої ширини міжрядь (19+38+19 см) виявилось ефективним для усіх досліджуваних сортів сої, тоді як густина посівів фактично змінювалась відповідно до біологічних особливостей сорту і фактично лише високі адаптаційні можливості рослин або ж потреба в зріджених чи навпаки – загущених посівах визначала рівень приросту врожаю. Це ще раз підкреслює потребу оптимізації сортової агротехніки для сої, навіть за сучасного рівня дослідження агротехнологій.

Відобразимо вплив факторів дослідження на формування урожайності посівів сої (рис. 4.10).

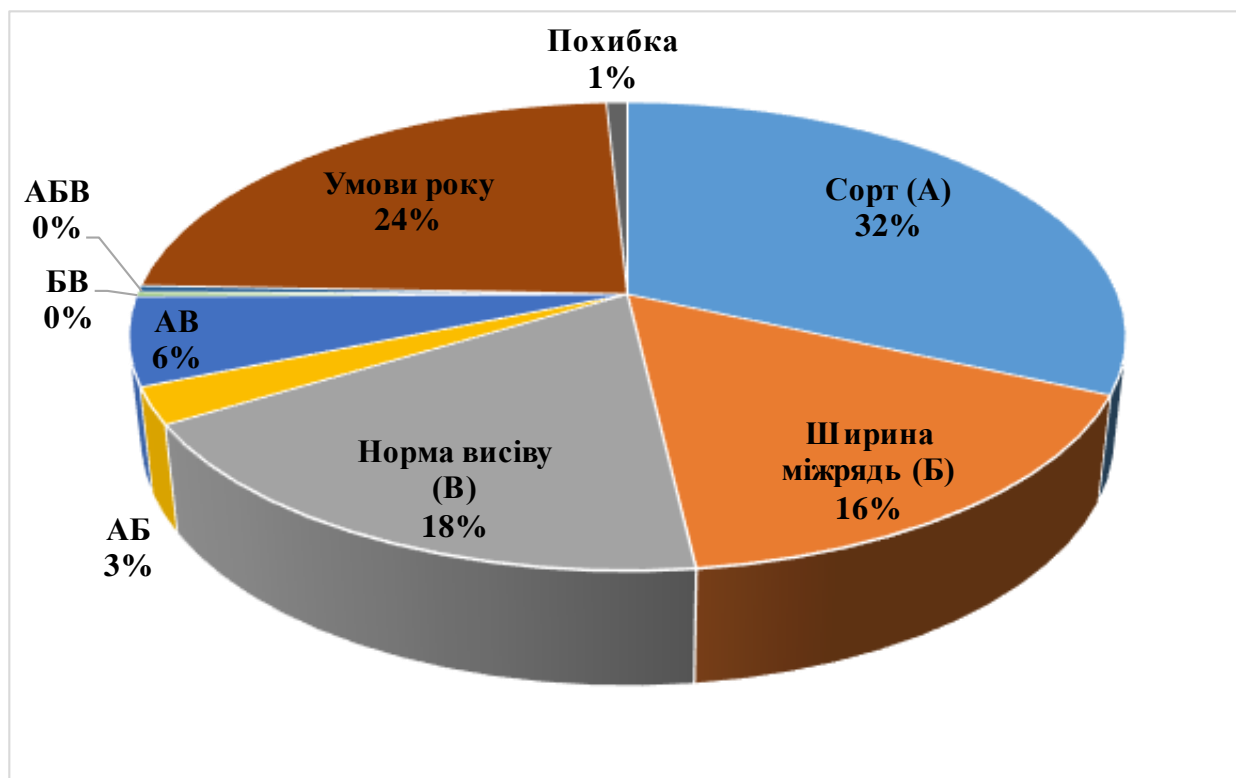


Рис. 4.10. Вплив факторів дослідження на формування урожайності посівів сої

За впливом факторів було зафіксовано, що біологічні особливості реакції сорту визначають до 32 % змін рівня урожайності, коли ж навіть досить строкаті погодні умови впливають на 24 % а норма висіву на 18 % та ширина міжрядь на 16 %.

Показники якості не менш важливі для розуміння ефективності досліджуваних агротехнічних операцій з вирощування сої, адже перш за все це високобілкова культура і саме для технічної її переробки цю рослину вирощують на значній кількості площ як в Україні так і за її межами [117].

Не зважаючи на те, що для виробничника так і для успішного продажу вирощеного зерна найбільш вагомим параметром є урожайність, а вміст білку не регламентується потрібно провести оцінювання його в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.11).

Таблиця 4.11

**Вміст білку в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, %, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	37,7	41,8	38,5	38,2
	600	37,2	41,0	38,1	38,1
	750	36,4	40,4	37,3	37,5
19+38	450	37,9	42,4	38,6	38,7
	600	37,7	41,5	38,4	38,3
	750	36,8	40,7	37,6	38,0
38	450	38,2	42,6	39,1	38,9
	600	37,9	41,5	38,8	38,5
	750	37,0	40,8	38,0	38,3
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,11; ширини – 0,09; норми – 0,09; загальна – 0,33			



Загалом же за вмістом білку в зерні сої можна сказати що лише сорт Сайдіна належить до високобілкових, та в цілому по досліді ми мали його показник в 41,1 %. В сорту Сірелія отримано 37,4 %, в сорту Вишиванка – 38,3 %, а в сорту Жаклін аналогічно 38,3 %

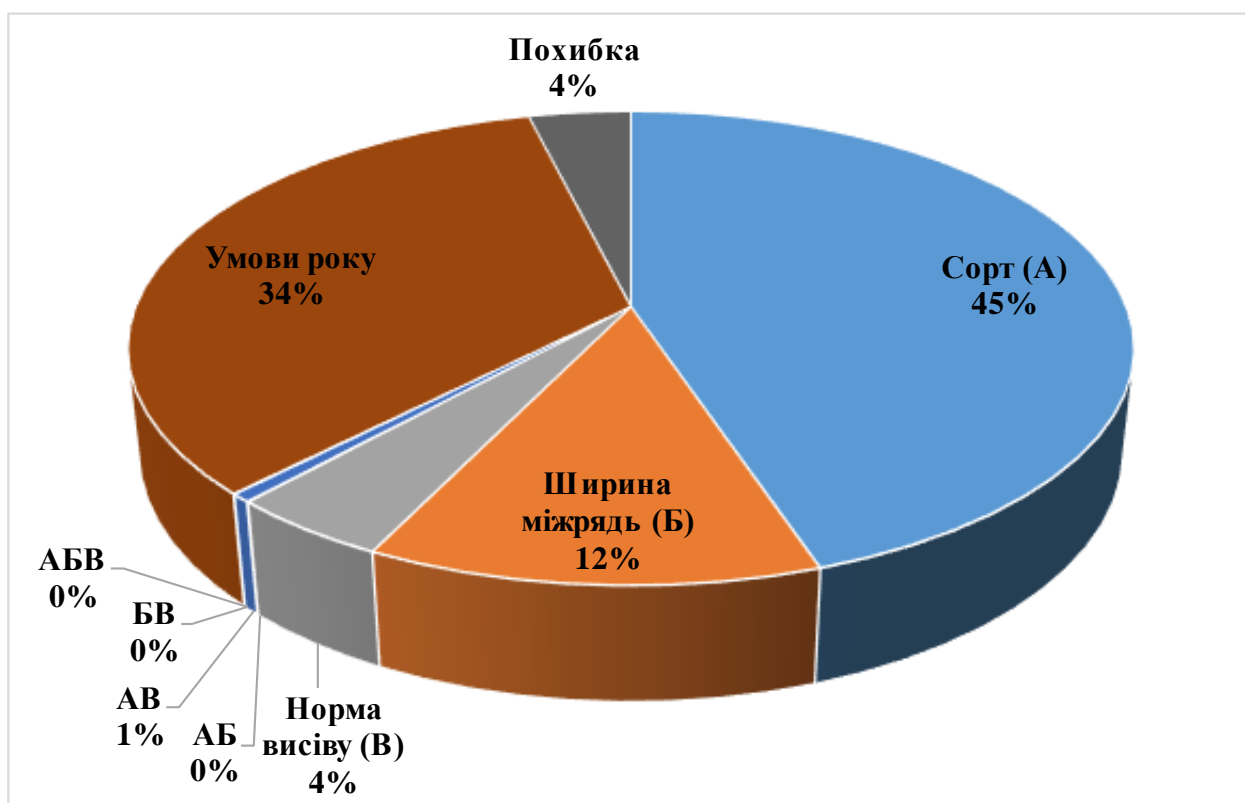
Також було виявлено, що за ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія вміст білку в насінні був 37,1 %, тоді як в сорту Сайдіна був 41,1 %, в сорту Вишиванка – 38,0 %, а в сорту Жаклін – 37,9 %. При вирощуванні рослин з міжряддям в 19+38+19 см отримано зростання вмісту білку по сортах на 0,35, 0,45, 0,20 та 0,40 %. Також встановлено, що за збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см вміст білку порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зріс на 0,62 %, в сорту Сайдіна на 0,57 %, в сортів Вишиванка та Жаклін на 0,65 та 0,63 %.

Норми висіву також впливали на зміну вмісту білку в зерні і за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія він був 37,9 % в сорту Сайдіна – 42,3 %, в сорту Вишиванка 38,8 %, а в сорту Жаклін – 38,6 %. При зростанні норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія вміст білку зменшився на 0,3 %, в сорту Сайдіна на 1,0 %, в сорту Вишиванка на 0,3 %, та в сорту Жаклін на 0,3 %. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця по сортах склала 1,2, 1,7, 1,1 та 0,7 % відповідно.

Кращий вміст білку в зерні сої сорту Сірелія було отримано за умови вирощування рослин в посівах з шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою посівів в 450 тис. шт./га схожих насінин – 38,2 %. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 42,6 % білку, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 39,1 та 38,9 % відповідно.

Отже, досліджено що збільшення ширини міжрядь та вирощування різних сортів сої з густотою посівів на рівні 450 тис. шт./га схожих насінин сприяло отриманню кращого вмісту білку в насінні. Це на нашу думку пов'язано з кращим освітленням рослин, особливо листків різних ярусів що межують в сусідніх міжряддях. А тому посіви здатні засвоїти більше сонячної енергії та спрямувати її власне на формування якості врожаю.

Встановимо вплив факторів дослідження на формування вмісту білку в зерні сої (рис. 4.11).



**Рис. 4.11. Вплив факторів дослідження на формування вмісту білку в зерні сої**

За впливом факторів на вміст білку можна виділити фактор сорту (45 %), який пов'язаний першочергово з наявністю в схемі високобілкового сорту сої. Умови року значно впливають на цю ознаку (34 %), а ширина міжрядь коректує зміни вмісту білку на рівні 12 %.

Важливо також визначити й можливий збір білку, як похідну між його вмістом помножену на урожайність посівів сої. Адже в випадку високого вмісту білку не завжди ми можемо отримати гарний рівень урожайності культури і навпаки. Тому, для переробки цікаво завжди мати баланс між урожайністю та доступністю в зібраному врожаї потрібних речовин. І хоча наразі доплати за якість зерна сої при її здаванні на елеватор немає, проте багато переробних підприємств мають власні господарства в яких вирощують сою з потрібними їм показниками якості. Тому слід аналізувати та давати

виробничникам рекомендації стосовно особливостей збору білку сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12

**Збір білку сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, т/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,98	1,14	0,94	0,93
	600	1,04	1,09	1,01	0,97
	750	1,03	1,06	0,92	1,02
19+38	450	1,02	1,21	0,98	1,00
	600	1,10	1,15	1,06	1,01
	750	1,08	1,08	0,93	1,04
38	450	0,89	1,11	0,89	0,90
	600	0,90	1,05	0,95	0,94
	750	0,89	0,99	0,87	0,98
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,05			

Щодо збору білку, то в сорту Сірелія він склав 0,99 т/га, а в сорту Сайдіна – 1,10 т/га, тоді як в сорту Вишиванка – 0,95 т/га, а в Жаклін – 0,98 т/га.

Встановлено було, що за ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія збір білку складав 1,01 т/га, в сорту Сайдіна був 1,10 т/га, в сорту Вишиванка – 0,96 т/га, а в сорту Жаклін – 0,97 т/га. За умови вирощування посівів з міжряддями 19+38+19 см отримано прибавку збору білку в сорту Сірелія на 0,05 т/га, в сорту Сайдіна на 0,05 т/га, в сорту Вишиванка на 0,03 т/га та в сорту Жаклін на 0,04 т/га. Проте, в випадку збільшення ширини міжрядь до

38+38+38 см показники збору білку зменшувалась порівняно з базовими міжряддями в 19 см в усіх сортів на 0,12, 0,04, 0,05, та 0,03 т/га відповідно.

Також було досліджено, що за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія збір білку був на рівні 0,96 т/га, в сорту Сайдіна він був 1,15 т/га, в сорту Вишиванка 0,94 т/га, аналогічно ж і в сорту Жаклін – 0,94 т/га. Також за збільшення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія збір білку збільшився на 0,05 т/га, в сорту Сайдіна навпаки – зменшився на 0,06 т/га, в сорту Вишиванка зріс на 0,07 т/га, а в сорту Жаклін на 0,03 т/га. А при збільшенні норми до 750 тис. шт./га схожих насінин прибавка порівняно з нормою в 450 тис. шт./га схожих насінин для сорту Сірелія була 0,04 т/га, а в сорту Жаклін – 0,07 т/га. Тоді як сорт Сайдіна сформував на 0,11 т/га, а сорт Вишиванка на 0,03 т/га менші показники збору білку.

Стосовно сортової реакції на зміну умов вирощування, то кращий рівень накопичення білку з отриманим врожаєм сої в сорту Сірелія був отриманий з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 600 тис. шт./га схожих насінин – 1,10 т/га.

При цьому ж в сорту Сайдіна максимум збору білку та кращий показник по досліді спостерігався за вирощування його з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин – 1,21 т/га.

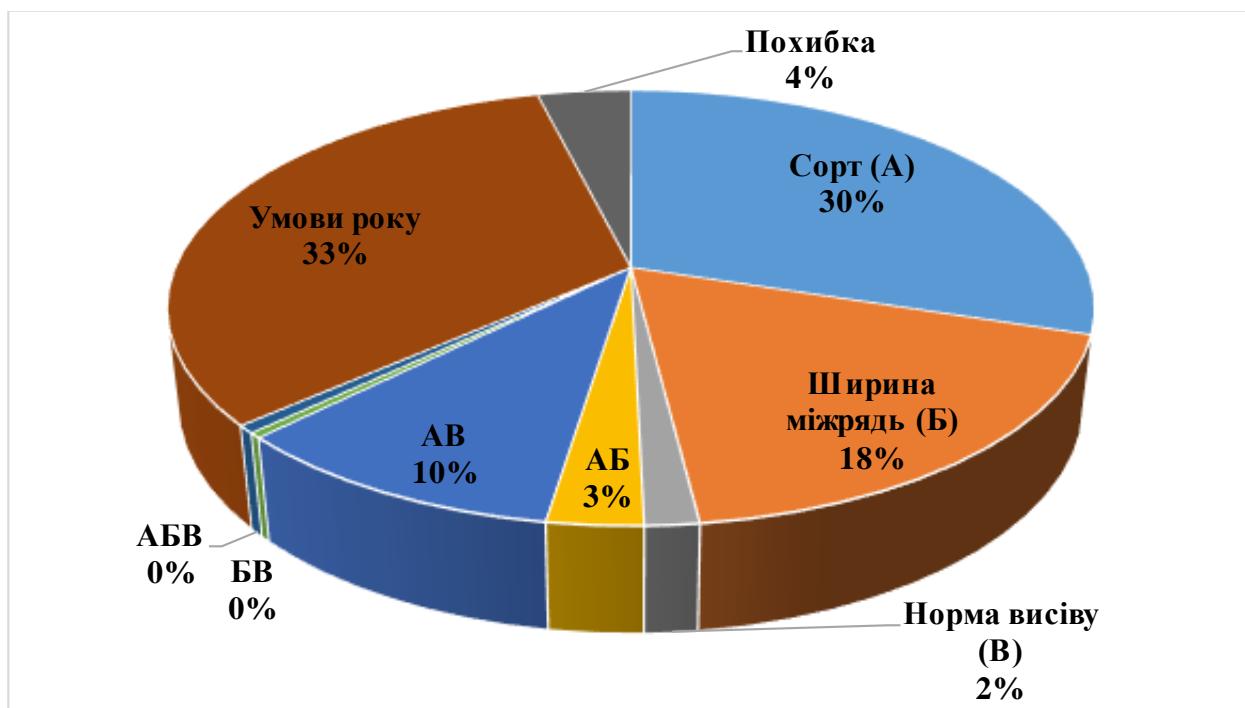
Якщо проводити аналізування збору білку в сорту Вишиванка, то аналогічно показникам отриманим для сої Сірелія, за вирощування з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 600 тис. шт./га схожих насінин було сформовано з врожаєм 1,06 т/га. Цей показник відповідав максимальному значенню по сорту Вишиванка.

За вирощування сорту сої Жаклін ми спостерігали дещо іншу картину і в посівах з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 750 тис. шт./га схожих насінин було сформовано з врожаєм кращі для сорту показники збору білку в 1,04 т/га.

Отже, збір білку є похідною урожайності та його вмісту в насінні сої та може виражати ефективність застосування елементів агротехнологій в

комплексному плані формування як якісних так і кількісних ознак продуктивності посівів.

Визначимо вплив факторів дослідження на формування збору білку з посівів сої (рис. 4.12).



**Рис. 4.12. Вплив факторів дослідження на формування збору білку з посівів сої**

За розподілом впливу факторів було визначено, що вагомий внесок мали власне умови року (33%), а також біологічні особливості досліджуваних сортів (30%), при цьому ширина міжрядь також впливала на збір білку з врожаєм на 18%.

Вирощування сої не завжди розцінюється як з позицій отримання врожаю білкової культури (як скажімо горох, нут чи сочевиця), адже в своєму зерні вона містить до 25-30% жиру, що досить є доволі цінною сировиною для промисловості [143; 144; 145]. А тому важливим є всебічне оцінювання якості отриманого врожаю і з позицій визначення закономірностей формування вмісту жиру в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.13).

**Вміст жиру в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, %, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19+19+19	450	23,7	20,7	22,0	22,5
	600	23,1	20,2	21,7	22,0
	750	22,6	20,0	21,2	21,4
19+38+19	450	24,0	21,0	22,2	22,8
	600	23,8	20,7	22,0	22,3
	750	23,0	20,4	21,6	21,8
38+38+38	450	24,1	20,9	22,6	22,9
	600	24,1	20,8	22,3	22,6
	750	23,5	20,5	22,0	22,0
НІР <sub>0,05</sub>		сортів – 0,07; ширини – 0,06; норми – 0,06; загальна – 0,22			

Отже, за результатами визначення показників вмісту жиру в зерні сої в середньому по досліді в сорту Сайдіна його було 23,6 %, в сорту Сірелія 20,6 %, в сорту Вишиванка – 22,0 %, а в сорту Жаклін аналогічно 22,3 %

Також було встановлено що ширина міжрядь впливала на зміну показника і за варіанту в 19+19+19 см в сорту Сірелія вміст жиру в насінні був 23,2 %, тоді як в сорту Сайдіна був 20,3 %, в сорту Вишиванка – 21,6 %, а в сорту Жаклін – 22,0 %. Тоді я за ширини міжряддя в 19+38+19 см отримано підвищення вмісту жиру в насінні сортів на 0,46, 0,38, 0,34 та 0,30 %. Також за подальшого збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см вміст жиру порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зріс на 0,75 %, в сорту Сайдіна на 0,42 %, в сортів Вишиванка та Жаклін на 0,64 та 0,51 %.

Також визначено, що вміст жиру в зерні змінювався залежно від норм висіву і при сівбі в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сірелія він був 23,9% в сорту Сайдіна – 20,9%, в сорту Вишиванка 22,3%, а в сорту Жаклін – 22,7%. При зростанні норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія вміст жиру зменшився на 0,25%, в сорту Сайдіна на 0,32%, в сорту Вишиванка на 0,28%, та в сорту Жаклін на 0,43%. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця по сортах становила в бік зменшення 0,88, 0,54, 0,67 та 1,01% відповідно.

Щодо сортових відмінностей норми реакції на елементи технології вирощування, то кращий вміст жиру в зерні сої сорту Сірелія був за вирощування шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою 450 тис. шт./га – 24,1%. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 20,9% жиру, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 22,6 та 22,9%.

Покажемо вплив факторів досліду на формування вмісту жиру в зерні сої (рис. 4.13).

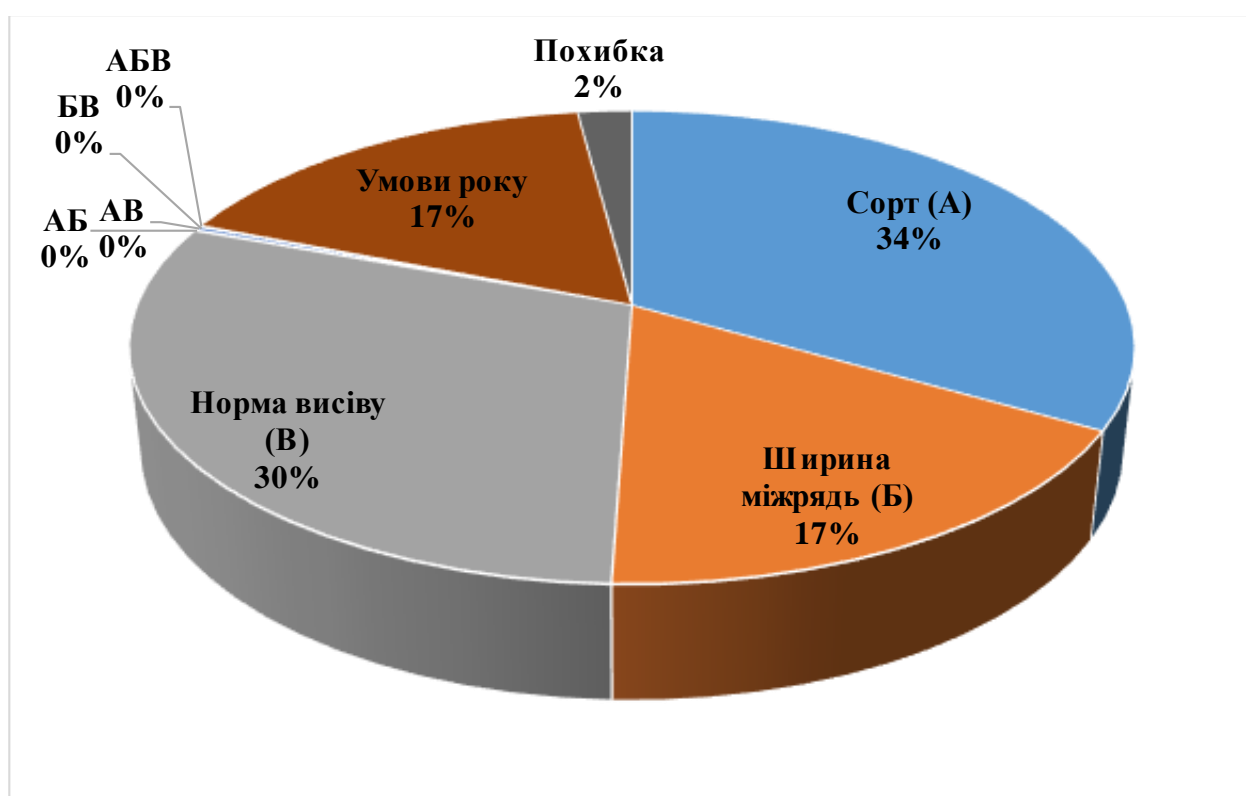


Рис. 4.13. Вплив факторів досліду на формування вмісту жиру в зерні сої

За впливом факторів можна відмітити значний вклад біологічних параметрів сорту (34 %), а також норми висіву (30 %), водночас коли умови року та ширина міжрядь впливали на зміну показника на дещо меншому (17 %), проте вагомому рівні.

Також проаналізуємо особливості формування показника збору жиру сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву (таблиця 4.14).

Таблиця 4.14

**Збір жиру сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, т/га, середнє за 2021-2023 рр.**

Ширина міжрядь, см	Норма висіву, тис. шт./га	Сорт			
		Сірелія	Сайдіна	Вишиванка	Жаклін
19	450	0,61	0,56	0,54	0,55
	600	0,64	0,54	0,57	0,56
	750	0,64	0,53	0,52	0,58
19+38	450	0,65	0,60	0,56	0,59
	600	0,69	0,57	0,61	0,59
	750	0,68	0,54	0,54	0,60
38	450	0,56	0,55	0,52	0,53
	600	0,57	0,53	0,54	0,55
	750	0,57	0,50	0,51	0,56
НІР <sub>0,05</sub>		сорту – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,04			

Встановлено, що збір жиру з врожаєм сорту Сірелія склав 0,62 т/га, а в сорту Сайдіна – 0,55 т/га, аналогічно як в сорту Вишиванка – 0,55 т/га, тоді як в сорту Жаклін – 0,57 т/га.

Досліджено, що за ширини міжрядь 19+19+19 см в сорту Сірелія збір жиру складав 0,63 т/га, в сорту Сайдіна був 0,54 т/га, в сорту Вишиванка –



0,54 т/га, а в сорту Жаклін – 0,56 т/га. За умови вирощування посівів з міжряддями 19+38+19 см отримано незначні відмінності в прибавці по збору жиру для усіх сортів, що не перевищували показники найменшої істотної різниці по досліді. За збільшення ширини міжрядь до 38+38+38 см показники збору жиру зменшувалась порівняно з базовими міжряддями в 19 см та мали достовірне відхилення лише для сорту Сіреція – 0,07 т/га.

За норми в 450 тис. шт./га схожих насінин в сорту Сіреція збір жиру був на рівні 0,61 т/га, в сорту Сайдіна він був 0,57 т/га, в сорту Вишиванка 0,54 т/га, аналогічно ж і в сорту Жаклін – 0,55 т/га. Також за збільшення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га відхилення збору жиру були в межах похибки досліді, а за зростання норми до 750 тис. шт./га схожих насінин лише сорт Сайдіна мав на 0,05 т/га менші показники збору жиру, що достовірно відрізнялись від найменшої істотної різниці по досліді.

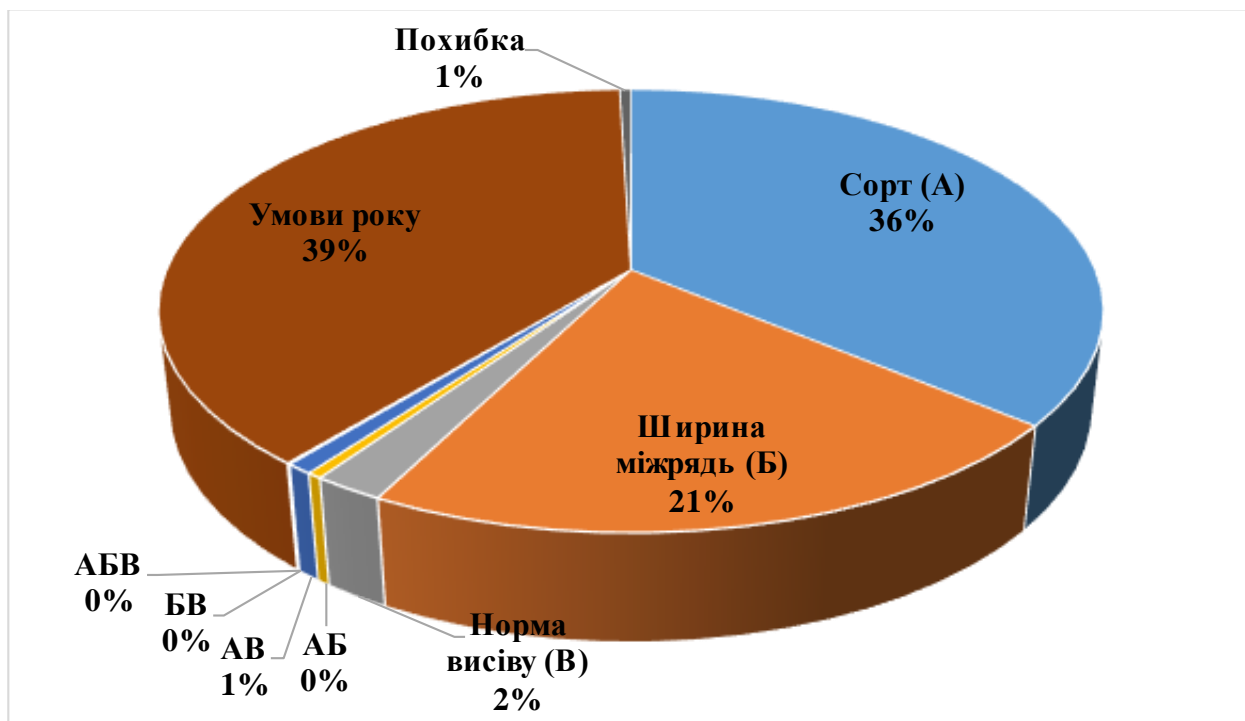
Сорту Сіреція більше всього жиру накопичував з врожаєм за вирощування його з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 750 тис. шт./га схожих насінин – 0,68 т/га.

А от в сорту Сайдіна кращий збір жиру спостерігався за вирощування його з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 450 тис. шт./га схожих насінин – 0,60 т/га.

А от в сорту Вишиванка отримані параметри аналогічні показникам отриманим для сої Сіреція, за вирощування з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 600 тис. шт./га схожих насінин було накопичено в врожаї 0,61 т/га жиру.

В сорту сої Жаклін ми спостерігали дещо інші впливи на рослин і за вирощування в посівах з шириною міжрядь в 19+38+19 см та за норми в 750 тис. шт./га схожих насінин було накопичено в врожаю кращі для сорту показники збору жиру в 0,60 т/га.

Встановимо вплив факторів досліді на формування збору жиру з посівів сої (рис. 4.14).



**Рис. 4.14. Вплив факторів дослідження на формування збору жиру з посівів сої**

За впливом факторів на збір жиру вагомі зміни чинили погодні умови року (39 %), проте біологічні особливості та норма реакції і взаємодії сорту визначала на 36 % цю ознаку, а фактор ширини міжрядь на 21 % можливі варіювання показника.

#### **Висновки до розділу 4:**

На час цвітіння по мірі загушення посівів, а особливо на варіантах широкорядних посівів де та ж кількість насінини сої розташовувалась в більш широких міжряддях ми визначали закономірності по деякому підвищенню висоти рослин. Адже в цілому по дослідженні навіть збільшення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га призводило зростання висоти посівів з 36,9 см до 38,7 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по дослідженні становила 38,7 см. Аналогічна реакція рослин сої була отримана на збільшення ширини міжрядь, оскільки воно відбувалось одночасно з незмінною кількістю насінин на одиницю площі, то фактично таким чином

зменшувалась площа живлення однієї рослини. Так, можна припустити що рослини використовують прямокутну видовжену площу аналогічно до квадратної, проте для цього їм потрібно більше часу, який лімітований за вирощування скоростиглих сортів.

А в більш пізні фази росту та розвитку (наливу насіння) усі без виключення сорти сої по мірі зменшення площі живлення однієї рослини намагались опинитись в кращих умовах для засвоєння сонячної енергії та збільшували висоту рослин як спосіб кращого розташування листкової поверхні і оптимізації надходження більших кількостей світла. Так, було виявлено, що в цілому по досліді навіть за підвищення норми висіву з 450 до 600 тис. шт./га створювались умови що сприяли збільшенню висоти посівів з 71,16 см до 72,83 см, а за норми висіву в 750 тис. шт./га висота рослин в середньому по досліді становила 75,40 см. Аналогічно було встановлено, що за збільшення ширини міжрядь з базової 19+19+19 см до 19+38+19 см середня висота рослин зросла на 1,69 см, а за подальшого зростання міжрядь до 38+38+38 см висота посівів сої ще збільшилась в середньому на 1,59 см.

Також спостерігались деякі зміни висоти прикріплення нижнього бобу на рослинах сої різних сортів, проте, зважаючи на закономірності до підвищення висот прикріплення нижнього бобу по мірі підвищення загальної висоти рослин вважаємо що окремих тенденцій до впливу досліджуваних агротехнічних факторів не спостерігається. Тобто висота прикріплення нижнього бобу залежить від загальної висоти рослин і чим більш високоросліші посіви ми маємо тим вище розташовуються квітки на стеблі, а отже і синхронно змінюються обидва показники висоти.

Показник кількості бобів на одній рослині залежить як від біологічних показників досліджуваних сортів так і від характеристик умов вирощування, а зокрема – формування гарного рівня забезпечення рослин живленням за рахунок оптимальної площі і розташування їх в просторі. За ширини міжрядь 19+19+19 см кількість бобів на рослинах сорту Сірелія складала 19,83 шт., тоді як в сорту Сайдіна була 22,25 шт., в сорту Вишиванка становила 18,73 шт., а

в сорту Жаклін – 17,28 шт. В випадку використання комбінованих, збільшених міжрядь сої до 19+38+19 см були отримано зростання кількості бобів на 0,75, 0,18, 0,15 та 0,07 шт. відповідно до сортів. Тоді як при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см кількість бобів на рослині порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 0,98 шт., а в сорту Жаклін на 0,25 шт.

Ширина міжрядь суттєво не впливала на зміни показника кількості насінин з бобу. Проте, за зростання норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія ми спостерігали зменшення кількості насінин в бобі на 0,33 шт., а за норми висіву в 750 тис. шт./га їх число зменшилось на 0,53 шт. Аналогічно зменшенням насінин в бобі на підвищення густоти посівів відреагували такі сорти як Сайдіна – 0,37 та 0,60 шт., Вишиванка – 0,37 та 0,72 шт. та Жаклін – 0,66 і 1,05 шт.

Норма висіву насіння суттєво впливала на кількість насінин на рослинах сої, особливо в контексті формування передумов до зниження її при збільшенні чисельності рослин на одиниці площі. Особливо яскраво це спостерігалось на не оптимальних параметрах площі живлення рослини, за використання для вирощування сої міжрядь в 38+38+38 см та густоти посівів в 750 тис. шт./га. За підвищення норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія кількість насінин зменшилась на 6,7 шт., в сорту Сайдіна на 9,1 шт., в сорту Вишиванка на 6,9 шт., а в сорту Жаклін на 11,1 шт. Тоді як за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця склала 11,3, 14,4, 14,0 та 17,0 шт. відповідно.

Найбільш вагомій зміні в масі насіння з рослини спостерігались в випадку підвищення густоти посівів, на що рослини сої реагували зменшенням маси насіння з однієї рослини, проте, сумарно це могло не суттєво впливати на загальний рівень урожайності за рахунок якраз тієї ж густоти посівів. При зростанні норми висіву насіння до 600 тис. шт./га в сорту Сірелія маса насінин зменшилась на 1,63 г, в сорту Сайдіна на 2,30 г, в сорту Вишиванка на 1,55 г,

а в сорту Жаклін на 1,83 г. Аналогічно ж за норми висіву в 750 тис. шт./га ця різниця по сортах склала 2,74, 3,61, 3,10 та 2,80 г відповідно.

Кращу урожайність в сорту Сірелія, та максимальну по досліді, отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 750 тис. шт./га – 2,92 т/га. А в сорту Сайдіна максимум продуктивності був за використання ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 450 тис. шт./га – 2,82 т/га. Фактично це єдиний сорт сої в нашому досліді що дозволив отримати гарний рівень продуктивності за низьких норм висіву. Якщо аналізувати урожайність сорту Вишиванка, то загалом ефективною для нього з біологічної точки зору реалізації потенціалу була ширина міжрядь 19+38+19 см та норма 600 тис. шт./га. За таких умов було отримано рівень врожайності в 2,74 т/га. В сорту Жаклін кращі показники урожайності отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та висівання з нормою в 750 тис. шт./га – 2,72 т/га. Проте, для цього сорту залишалась й актуальною ширина міжрядь в 19+19+19 см та норма висіву в 750 тис. шт./га, за яких отримано рівень урожайності в 2,70 т/га.

Збільшення ширини міжрядь та вирощування різних сортів сої з густотою посівів на рівні 450 тис. шт./га схожих насінин сприяло отриманню кращого вмісту білку в насінні. Так, кращий вміст білку в зерні сої сорту Сірелія було отримано за умови вирощування рослин в посівах з шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою посівів в 450 тис. шт./га схожих насінин – 38,2 %. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 42,6 % білку, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 39,1 та 38,9 % відповідно.

Кращий вміст жиру в зерні сої сорту Сірелія був за вирощування шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою 450 тис. шт./га – 24,1 %. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 20,9 % жиру, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 22,6 та 22,9 %.

## Розділ 5

### ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

В сучасних умовах господарювання перед виробничниками стоїть завдання не лише не збанкрутувати а й отримувати достатньо хороші рівні прибутку за постійної зміни правил ведення господарської діяльності. Так, з одного боку ринкові умови формулюють як попит так і пропозицію на сировину, матеріали, ресурси так і готову продукцію. З іншого боку – дотримання Україною нових вимог Європейського Зеленого Курсу змушує виробничників відмовлятися від застосування дієвих але шкідливих для екології елементів технології вирощування [74; 75; 91; 93].

Стійкість сільськогосподарського виробництва зазвичай має оцінюватись комплексно, з врахуванням як можливих ризиків так і потенційних умов до формування стабільного та ефективного вирощування культур. Тому потрібно проводити оцінку оптимізованих елементів технології вирощування за багатьма показниками [96; 105; 129].

#### **5.1. Економічна оцінка пропонованих технологій вирощування сої**

Аналіз світового досвіду свідчить про те, що успішність вирощування сої досягається завдяки раціональному поєднанню факторів виробництва та розміщення, спеціалізації, концентрації, інтенсифікації та високої якості продукції. Ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої, визначається здатністю до зниження собівартості одиниці продукції. Виробничі витрати включають у себе всі матеріальні та людські ресурси, необхідні для виробництва та виконання операцій згідно з технологією. Спеціальні технологічні методи, які дозволяють максимально використати генетичний потенціал сортів, є ключовим чинником у досягненні високої економічної ефективності вирощування сої [134; 143].

Українські вчені, такі як Концеба С. М., Підлубна О. Д., Мельник Н. П., Мірзоєва Т. В., Логвин І. М., Мойсієнко В. В., Дідора В. Г., Муханов В. М., Омельченко К. Ю., Репілевський Е. В., Сендецький В. М., Чехов С. А., Чехова І. В. та інші, приділяють значну увагу питанням підвищення економічної ефективності вирощування сої та інших культур. Незважаючи на велику кількість наукових досліджень і публікацій, проблема оптимізації виробництва сої залишається актуальною.

Адже проведення оцінки суто рівня урожайності культури може призвести до хибних висновків стосовно раціональності та доцільності застосування досліджуваних агрозаходів. При цьому, виробничники не працюватимуть собі в збиток і дороговартісні рекомендації, які не компенсуються отриманим прибутком не будуть мати поширення в агрономічній практиці [144; 145].

Розрахуємо ефективність вирощування сортів сої за різних норм висіву та ширини міжрядь (таблиця 5.1).

*Таблиця 5.1*

**Економічна ефективність вирощування сортів сої за різних норм висіву та ширини міжрядь**

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву	Витрати, тис. грн./га	Вартість продукції, тис. грн.	Собівартість, тис грн./т	Прибуток, тис. грн./га	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Сірелія	19	450	31,3	48,9	12,1	36,8	117,6
		600	32,3	52,5	11,7	40,8	126,5
		750	33,3	53,4	11,8	41,6	125,0
	19+38	450	31,3	50,7	11,7	39,0	124,6
		600	32,3	55,0	11,2	43,8	135,8
		750	33,3	55,5	11,4	44,2	132,8
	38	450	31,3	43,9	13,5	30,3	96,9
		600	32,3	44,9	13,6	31,3	96,9
		750	33,3	45,3	13,9	31,4	94,5

1	2	3	4	5	6	7	8
Сайдіна	19	450	31,5	51,3	11,7	39,6	125,4
		600	32,6	50,1	12,4	37,7	115,6
		750	33,7	49,5	12,9	36,5	108,3
	19+38	450	31,5	53,7	11,2	42,5	134,8
		600	32,6	52,2	11,9	40,3	123,7
		750	33,7	50,2	12,8	37,4	111,0
	38	450	31,5	49,2	12,2	37,0	117,2
		600	32,6	47,8	13,0	34,8	106,7
		750	33,7	45,9	13,9	32,0	94,8
Вишиванка	19	450	31,1	45,9	12,9	33,1	106,2
		600	32,1	49,9	12,2	37,7	117,6
		750	33,0	46,3	13,6	32,7	99,1
	19+38	450	31,1	47,7	12,4	35,3	113,3
		600	32,1	52,1	11,7	40,5	126,1
		750	33,0	46,7	13,4	33,3	100,8
	38	450	31,1	43,0	13,8	29,3	94,0
		600	32,1	46,0	13,2	32,8	102,3
		750	33,0	43,4	14,5	28,9	87,6
Жаклін	19	450	30,6	45,7	12,7	33,0	107,9
		600	31,4	48,1	12,4	35,7	113,8
		750	32,1	51,3	11,9	39,4	122,7
	19+38	450	30,6	48,5	12,0	36,5	119,3
		600	31,4	49,8	12,0	37,8	120,5
		750	32,1	51,6	11,8	39,8	123,8
	38	450	30,6	43,7	13,3	30,4	99,3
		600	31,4	45,8	13,0	32,8	104,7
		750	32,1	48,2	12,7	35,5	110,4

Розрахунки економічної ефективності технологій вирощування сої проводили на основі агротехнологічних карт вирощування, з включенням елементів застосовуваних в умовах Правобережного Лісостепу України. Єдиними змінами до технологічних карт були досліджувані нами сорти, норми їх висіву та ширина міжрядь.



Для проведення розрахунків користувались ринковими цінами другої половини 2023 та початку 2024 року, як найбільш достовірним мірилом встановлення економічної ефективності технології вирощування сої. Оскільки, в умовах війни на початку 2023 року в Україні були проблеми з імпортом зерна морем, то це негативно позначалось на закупівельній ціновій політиці. Таким чином, дані цін за першу половину 2023 року не можна брати до розрахунків, оскільки вони були штучно викривлені та витрати понесені аграрієм на вирощування сої могли бути значно більшими чим прибуток від отримуваного врожаю.

Оптимізація просторового розташування рослин цілком доступний елемент агротехніки. Так, загалом нами було визначено, що без вартості насіння витрати на технологію вирощування сої становили 28,3 тис. грн./га, при цьому витрати на проведення сівби з різною шириною міжрядь можна ігнорувати. Оскільки використовується однакова сівалка в якій заглушується відповідна кількість висівних апаратів. При цьому усі висівні секції рухаються по поверхні ґрунту, не зважаючи на те чи проводять вони висів насіння, тому опір коченню та власне витрата палива трактором залишається на приблизно однаковому рівні за різної ширини міжрядь.

Щодо вартості насіння, то ми проводили розрахунок з врахуванням маси тисячі насінин досліджуваних сортів сої. Адже насіння сої продається на вагу і з-за цього виникають питання адекватного оцінювання норми висіву. Так, в сорту Сірелія за норми висіву 450, 600 та 750 тис. шт./га вагова норма висіву була 99, 132 та 165 кг/га, в сорту Сайдіна – 108, 144 та 180 кг/га, в сорту Вишиванка – 95, 126 та 158 кг/га, а в сорту Жаклін – 77, 102 та 128 кг/га відповідно.

Власне, цілком прогнозовано, що сорти сої з високою масою 1000 насінин потребували більшої вагової норми висіву і за використання густоти в 750 тис. шт./га в сортів Сірелія та Вишиванка витрати на технологію вирощування склали 33,3 тис. грн./га, а в сорту Сайдіна – 33,7 тис. грн./га. Найменші ж витрати на насіння були в сорту сої Жаклін, як такого що має

меншу масу 1000 насінин. Проте, ці відхилення в вартості є досить мінімальними і не зрівняні з іншими вартісними прийомами вирощування сої, такими як удобрення чи захист посівів.

Вартість отриманої продукції сої напряду залежала від урожайності та закупівельних цін. При цьому, найменші грошові надходження спостерігались на варіантах вирощування сої сорту Вишиванка, що в середньому по досліді було на рівні 46,79 тис. грн./га, а кращими були сорти Сірелія та Сайдіна.

В цілому ж вирощування сорту Сірелія з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га забезпечувало отримання коштів від реалізації продукції в 55,0 тис. грн/га, а за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га отримано 55,5 тис. грн./га, тобто найвищі значення по досліді.

Стосовно собівартості отриманого врожаю, то це досить цікавий показник, який вміщає в собі витрати на вирощування розділені на отриманий врожай зерна сої. А отже, чим нижчий цей показник маємо тим дешевший врожай можемо отримати, що краще з економічної оцінки.

Якщо аналізувати собівартість врожаю по сортам, то найменшою вона була в сорту Сірелія – 12,34 тис. грн./т, та в сорту Жаклін – 12,42 тис. грн./т. А в розрізі елементів агротехніки, за вирощування сорту Жаклін з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га отримано собівартість в 11,8 тис. грн./т, в сорту Вишиванка за таких показників отримано значення в 11,7 тис. грн./т.

За вирощування сорту Сірелія нижчий рівень вартості одиниці врожаю був в варіанті застосування ширини міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 11,2 тис. грн./т, а також за густоти посівів в 750 тис. шт./га – 11,4 тис. грн./т. В сорту Сайдіна кращі показники отримано за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га – 11,2 тис. грн./т.

За рівнем отриманого прибутку від вирощування сої в сорту Сірелія за вирощування посівів з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано 43,8 тис. грн./га, а в випадку збільшення норми висіву до 750 тис. шт./га – кращу по досліді прибутковість в 44,2 тис. грн./га.

В сорту сої Сайдіна при вирощуванні посівів з шириною міжрядь 19+38+19 кращою нормою висіву виявилась в 450 тис. шт./га, що забезпечувало отримання 42,5 тис. грн./га прибутку.

Грошові надходження від продажу врожаю не дозволяють об'єктивно оцінити саме питання економічної ефективності агровиробництва сої. Тому найбільш дієвим методом є встановлення балансу між витратою коштів та їх надходженням, а саме – визначення рівня рентабельності виробництва.

Максимум рентабельності за вирощування сої в 135,8 % отримано в випадку висівання сорту Сірелія з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га, а за норми висіву в 750 тис. шт./га цей показник склав 132,8 %, тобто ми спостерігали зниження рівня рентабельності виробництва при підвищенні норми висіву.

На другому місці за показником рентабельності було вирощування сорту Сайдіна з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 450 тис. шт./га, що забезпечило рентабельність в 134,8 %.

Використання широкорядних посівів ( ширина міжрядь 38+38+38) призводило до зниження рівня рентабельності в усіх досліджуваних сортів сої, а особливо в сорту Сірелія. Що спричинене на нашу думку не оптимальністю площі живлення сої та власне підвищенням впливу рівня забур'янення на формування урожайних показників посівів. Власне ці та інші взаємодії посприяли зниженню рівня формування продуктивності посівів сої та на фоні понесених витрат на технологію вирощування були ключовими в плані зменшення й рівня рентабельності вирощування культури в цілому.

Водночас, за сучасної економічної ситуації навіть різниця в 0,5 т/га отриманого врожаю є ключовим в контексті формування гарних економічних показників вирощування сої. Тому розрахуємо енергетичну оцінку вирощування, як більш універсальний засіб уникнути проблему тимчасового диспаритету цін на засоби, матеріали, сировину та зерно.

## 6.2. Енергетична оцінка пропорованих технологій вирощування сої

Загалом можна стверджувати, що вдосконалені методи вирощування повинні бути гнучкими, щоб адаптуватися до різноманітних ресурсів та технологічних можливостей господарств та мають забезпечити максимальне використання генетичного потенціалу культур. При цьому оцінка енергетичної ефективності певної технології вирощування дозволяє визначити співвідношення між енергією, що накопичується під час фотосинтезу, та енергетичними витратами, необхідними для виробництва продукції [50].

Оснору енергетичного аналізу становить перетворення всіх агротехнічних витрат вирощування культур у енергетичні одиниці – джоулі (Дж). Це дозволяє у єдиній енергетичній мірі, незалежно від ринкових цін, оцінити загальні енергетичні затрати на вирощування сільськогосподарських культур [59].

Для оцінки енергетичної продуктивності важливо розраховувати співвідношення витрат сукупної енергії на одиницю посівної площі та загальної енергії, отриманої з гектара посіву. Це дозволяє порівнювати ефективність різних агротехнічних заходів і визначати доцільність їх використання для поліпшення управління енергетичними ресурсами та продукційним процесом [151].

Коефіцієнт енергетичної ефективності відображає співвідношення енергії, яка витрачається на виробництво, до енергії, що отримується з урожаєм основної та додаткової продукції. При цьому враховуються не лише прямі витрати на паливо для машинно-тракторних агрегатів, а й сумарні енергетичні затрати, включаючи енергію, яка витрачається на живу працю, добрива, насіння, засоби захисту рослин і обладнання [50; 59].

Отже, за результатами проведених досліджень та на підставі визначених агротехнічних операцій з вирощування проведемо розрахунки енергетичної ефективності вирощування сортів сої за різних норм висіву та ширини міжрядь (таблиця 5.2).

**Енергетична ефективність вирощування сортів сої за різних норм висіву  
та ширини міжрядь**

Сорт	Ширина міжрядь, см.	Норма висіву, тис. шт./га	Енергія біомаси, МДж/га	Коефіцієнт використання ФАР, %	КЕЕ
Сірелія	19	450	69052	1,20	3,12
		600	74062	1,28	3,33
		750	75373	1,31	3,37
	19+38	450	71537	1,24	3,23
		600	77585	1,35	3,49
		750	78396	1,36	3,51
	38	450	61898	1,07	2,80
		600	63393	1,10	2,85
		750	63991	1,11	2,86
Сайдіна	19	450	72343	1,25	3,27
		600	70689	1,23	3,18
		750	69805	1,21	3,13
	19+38	450	75747	1,31	3,42
		600	73698	1,28	3,31
		750	70794	1,23	3,17
	38	450	69386	1,20	3,13
		600	67436	1,17	3,03
		750	64783	1,12	2,90
Вишиванка	19	450	64831	1,12	2,93
		600	70457	1,22	3,17
		750	65340	1,13	2,93
	19+38	450	67302	1,17	3,04
		600	73589	1,28	3,31
		750	65944	1,14	2,95
	38	450	60698	1,05	2,74
		600	64980	1,13	2,92
		750	61233	1,06	2,74
Жаклін	19	450	64533	1,12	2,92
		600	67873	1,18	3,05
		750	72416	1,26	3,24
	19+38	450	68447	1,19	3,09
		600	70217	1,22	3,16
		750	72839	1,26	3,26
	38	450	61662	1,07	2,79
		600	64688	1,12	2,91
		750	67964	1,18	3,04

При проведенні енергетичного аналізу передусім слід оцінити кількість енергії отриманої з вирощеною біомасою сої. Так, в сорту Сірелія при вирощуванні рослин з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано 77585 МДж/га енергії, кращий же показник був за густоти посівів в 750 тис. шт./га – 78396 МДж/га.

В сорту Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано 73698 МДж/га енергії, кращий же показник був за густоти посівів в 450 тис. шт./га – 75747 МДж/га.

В сорту Вишиванка за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано кращий показник по сорту 73589 МДж/га енергії, а в сорту Жаклін за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 750 тис. шт./га отримано 72839 МДж/га енергії.

Коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) посівами по суті показує нам наскільки ефективно працюють посіви в плані засвоєння сонячної радіації та переведення її в суху речовину. При цьому не враховуються витрати енергії понесені нами на технологію вирощування сої загалом а важливим питанням є лише ефективність роботи фотосинтетичного апарату рослин.

Якщо аналізувати стан посівів за цим параметром, то в сорту сої Сірелія при вирощуванні рослин з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано коефіцієнт використання ФАР 1,35 % а за густоти посівів в 750 тис. шт./га він становив 1,36 %. В сорту сої Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га отримано показник 1,31 %.

За коефіцієнтом використання ФАР в сорту сої Вишиванка кращими були параметри досліду в яких вирощували рослини з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га (1,28), а для сорту сої Жаклін – важливою була густота посівів в 750 тис. шт./га за ширини міжрядь в 19+19+19 або в 19+38+19 см.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) вирощування сої на нашу думку є найбільш вагомим показником встановлення балансу між витраченою

та отриманою з врожаєм енергією. Оскільки для ефективного виробництва потрібно раціонально витратити ресурси.

Кращий рівень енергоефективності отримано в сорту сої Сірелія за вирощування її з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га 3,49, а за густоти посівів в 750 тис. шт./га він становив 3,51 (максимальний по досліді). В сорту сої Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га отримано показник 3,42.

В сорту сої Вишиванка кращими були параметри досліді в яких вирощували рослини з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 3,31, а для сорту сої Жаклін – шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га – 3,26.

Отже, приведені результати енергетичного оцінювання елементів технології вирощування сої в основних своїх висновках збіглися з результатами економічних розрахунків, що свідчить про правильність визначення кращих варіантів досліді. Навіть за диспаритету цін на ресурси потрібні для технології вирощування сої та на отриману продукцію ми можемо зробити правильні висновки кращих варіантів досліді. А вже різниця в отриманому прибутку залежатиме суто від поточної економічної ситуації в Україні та стану цін на сою на світовому ринку.

### **6.3. Впровадження у виробництво пропонованих елементів технології вирощування**

Важливим питанням залишається впровадження досліджуваних елементів технології вирощування сої у виробництво. Адже досліді зазвичай потребують значних витрат малопродуктивних технічних засобів або ж ручної праці, тоді як застосування широкозахватних агрегатів в виробничих умовах може змінити економічну ситуацію загалом.

Також важливо, щоб пропоновані агротехнічні заходи були адаптовані для умов вирощування не одного господарства а по суті регіону для якого ми поширюємо отримані рекомендації. Тому ми виконували виробничу перевірку отриманих результатів досліджень в умовах Фермерського господарства «Расавське» розташованого в Київській області, Обухівському районі, с. Ліщинка а результати наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

**Результати виробничої перевірки кращих елементів технології вирощування сої (в 2023 році)**

Параметр	Стандартна технологія-контроль*)	Рекомендована технологія**)
Площа, га	50	50
Урожайність насіння, т/га	2,00	2,45
Собівартість 1 т, грн.	13070	11830
Реалізаційна ціна, грн./т	18300	18300
Річний економічний ефект порівняно з стандартною технологією, грн.	-	265400

Стандартна технологія вирощування сої в умовах господарства передбачала вирощування сої з шириною міжрядь в 45 см та нормою висіву в 600 тис. шт./га, сорт середньоранньостиглий Фортуна (вегетаційний період 105-110 діб). Тобто в плані дотримання відповідності елементів технології вирощування сої – наші умови відповідали загальноприйнятим виробничниками сучасним елементам технології, а вирощуваний сорт сої групі стиглості та рекомендованим показникам тривалості вегетації пропонованого сорту.

Рекомендована технологія вирощування сої включала в себе такі елементи: висівання сорту сої Сірелія з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га.



Отже, за результатами проведених виробничих випробувань вдалося знизити собівартість вирощування однієї тони сої на 1240 грн./га та за кращого на 0,45 т/га рівня урожайності річний економічний ефект становив 265,4 тис. грн. з розрахунку на площу впровадження в 50 га.

### **Висновки до розділу 5:**

Вирощування сорту Сірелія з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га дозволило отримати 55,0 тис. грн/га коштів від реалізації продукції, а за такої ж ширини міжрядь та норми висіву в 750 тис. шт./га отримано 55,5 тис. грн./га, тобто кращі показники по досліді. Також за вирощування сорту Сірелія нижчий рівень вартості одиниці врожаю був в варіанті застосування ширини міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 11,2 тис. грн./т, а також за густоти посівів в 750 тис. шт./га – 11,4 тис. грн./т. В сорту Сайдіна кращі показники отримано за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га – 11,2 тис. грн./т.

За рівнем отриманого прибутку в сорту Сірелія за вирощування з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано 43,8 тис. грн./га, а в випадку збільшення норми висіву до 750 тис. шт./га – кращу по досліді прибутковість в 44,2 тис. грн./га. В сорту сої Сайдіна при вирощуванні посівів з шириною міжрядь 19+38+19 кращою нормою висіву виявилась в 450 тис. шт./га, що забезпечувало отримання 42,5 тис. грн./га прибутку.

Максимум рентабельності за вирощування сої в 135,8 % отримано в випадку висівання сорту Сірелія з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га, а на другому місці за показником рентабельності було вирощування сорту Сайдіна з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 450 тис. шт./га, що забезпечило рентабельність в 134,8 %.

За енергією накопиченою в біомасі в сорту Вишиванка за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано кращий показник по сорту 73589 МДж/га, а в сорту Жаклін за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 750 тис. шт./га отримано 72839 МДж/га енергії. В сорту Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 600 тис. шт./га отримано 73698 МДж/га енергії, кращий же показник був за густоти посівів в 450 тис. шт./га – 75747 МДж/га. Тоді як максимум накопичення спостерігався в сорту Сірелія при вирощуванні рослин з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га отримано 77585 МДж/га енергії, кращий же показник по досліді зафіксовано за густоти посівів в 750 тис. шт./га – 78396 МДж/га.

За коефіцієнтом енергетичної ефективності (КЕЕ) в сорту сої Вишиванка кращими були параметри досліді в яких вирощували рослини з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 3,31, а для сорту сої Жаклін – шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га – 3,26. В сорту сої Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га отримано показник 3,42. Проте, кращий рівень енергоефективності по досліді отримано в сорту сої Сірелія за вирощування її з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га він – 3,51.

Результати виробничої перевірки підтвердили високий рівень економічної ефективності пропонованих агроприйомів за умови поширення їх на виробництві.

## ВИСНОВКИ

У дисертації роботі висвітлено теоретичне узагальнення та практичну реалізацію наукового завдання стосовно оптимізації елементів технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України шляхом добору ширини міжрядь та норми висіву для сучасних ранньо- та середньостиглих сортів сої. На основі отриманих результатів запропоновано удосконалені елементи технології вирощування сої, впровадження яких економічно важливе для вирощування культури.

1. Досліджено, що перед збиранням густина посівів сорту Сірелія, за норми висіву в 450 тис. шт./га була 35,2 шт./м<sup>2</sup>, за норми в 600 тис. шт./га – 48,3 шт./м<sup>2</sup>, а за норми в 750 тис. шт./га – 61,2 шт./м<sup>2</sup>. Аналогічно сорт Сайдіна мав показники густоти посівів в 34,4, 47,1 та 60,1 шт./м<sup>2</sup>, Вишиванка – 33,7 шт./м<sup>2</sup>, 46,6 та 59,5 шт./м<sup>2</sup>, а сорт Жаклін – 33,5, 46,6 та 59,7 шт./м<sup>2</sup>. А отже, за використання ширини міжрядь 19+38+19 см не спостерігали значних достовірних відхилень в густоті посівів порівняно з міжряддями в 19+19+19 см, за винятком сорту Сірелія, де зниження склало 1,77 шт./м<sup>2</sup>. Тоді як вирощування рослин сої з міжряддями в 38+38+38 см сприяло достовірному зменшенню густоти посівів порівняно до ширини міжрядь в 19 см в сорту Сірелія на 2,85 шт./м<sup>2</sup>, в сорту Вишиванка на 2,86 а в Жаклін на 2,42 шт./м<sup>2</sup>.

2. Встановлено, що за норми висіву в 450 тис. шт./га кількість листків на рослинах сорту Сірелія становила в середньому 50,8 шт., в сорту Сайдіна – 52,4, в Вишиванка – 51,7, а в Жаклін – 54,6 шт./рослину. А за збільшення густоти посівів до 600 тис. шт./га кількість листків на рослинах сорту Сірелія зроста на 2,9 шт., Сайдіна – 1,3 шт., Вишиванка – 1,1 шт. та Жаклін – 2,1 шт./рослину. Також подібні закономірності спостерігались і в випадку подальшого підвищення густоти посівів до 750 тис. шт./га – 4,1, 2,6, 1,9 та 3,7 шт./рослину відповідно.

3. Досліджено, що в фазу утворення бобів в сорту Сірелія кращі показники площі листкової поверхні отримано за вирощування рослин з шириною міжрядь в 19+38+19 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин – 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га. Відповідно на другому місці за формуванням площі листя був варіант шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин, що забезпечував площу листя в 45,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Також встановлено, що сорт Сайдіна за вирощування з шириною міжрядь в 38+38+38 см та нормою висіву 750 тис. шт./га насінин мав площу листя на рівні 45,5 тис. м<sup>2</sup>/га. При таких же показниках в сорту Вишиванка площа листкової поверхні становила 46,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а в сорту Жаклін – 48,5 тис. м<sup>2</sup>/га, тобто була максимальною по сортах.

4. Встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу в сорту Сірелія за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га на час цвітіння становила 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу. Аналогічно, ці ж параметри посіву в сорту Сайдіна сприяли отриманню ЧПФ – 1,02, а в сорту Жаклін – 1,06 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. Тоді як в сорту Вишиванка за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га чиста продуктивність фотосинтезу була 0,94 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. А от на час утворення бобів максимум сухої речовини сорт Сірелія формував за ширини міжрядь в 19+38+19 см та норми висіву в 600 тис. шт./га – 0,65 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно в сорту Вишиванка отримано 1,24 г/м<sup>2</sup> за добу. В сорту Сайдіна кращим варіантом за чистою продуктивністю посівів була ширина міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 450 тис. шт./га – 1,17 г/м<sup>2</sup> за добу, аналогічно сорт Жаклін накопичував за цих же умов – 1,40 г/м<sup>2</sup> за добу сухої речовини.

5. Встановлено, що за збільшення ширини міжрядь до 19+38+19 см ми спостерігали підвищення кількості активних колоній бульбочкових бактерій в сорту Сірелія на 1,32, Сайдіна – 0,99, Вишиванка – 1,24 та Жаклін – 0,61 шт. Тоді як на міжряддях 38+38+38 см активних колоній бульбочкових бактерій було менше на 2,45, 3,77, 2,32 та 4,09 шт. Підвищення густоти посівів з 450 до 750 тис. шт./га пришло зменшенню активних бульбочкових бактерій в сорту

Сірелія на 0,9 та 2,7, Сайдіна на 1,2 та 3,3, Вишиванка – 1,2 та 3,7 і Жаклін на 0,3 та 2,0 шт./рослину. Кращий по досліді симбіотичний потенціал отримано в сорту Сірелія за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву 600 і 750 тис. шт./га насіння – 10,24 та 10,24 кг діб/га. Аналогічні варіанти досліді для сорту Сайдіна сприяли отриманню кращим по показникам – 10,11 та 10,09 кг діб/га.

6. Визначено, що за ширини міжрядь 19+19+19 см кількість бобів на рослинах сорту Сірелія складала 19,83 шт., тоді як в сорту Сайдіна була 22,25 шт., в сорту Вишиванка становила 18,73 шт., а в сорту Жаклін – 17,28 шт. В випадку використання комбінованих, збільшених міжрядь сої до 19+38+19 см були отримано зростання кількості бобів на 0,75, 0,18, 0,15 та 0,07 шт. відповідно до сортів. Тоді як при збільшенні ширини міжрядь до 38+38+38 см кількість бобів на рослині порівняно з базовими міжряддями в 19 см в сорту Сірелія зросла на 0,98 шт., а в сорту Жаклін на 0,25 шт.

7. Досліджено, що кращу урожайність в сорту Сірелія, та максимальну по досліді, отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та норми висіву в 750 тис. шт./га – 2,92 т/га. А в сорту Сайдіна максимум продуктивності був за використання ширини міжрядь 19+38+19 см та норми 450 тис. шт./га – 2,82 т/га. Фактично це єдиний сорт сої в нашому досліді що дозволив отримати гарний рівень продуктивності за низьких норм висіву. Якщо аналізувати урожайність сорту Вишиванка, то загалом ефективною для нього з біологічної точки зору реалізації потенціалу була ширина міжрядь 19+38+19 см та норма 600 тис. шт./га. За таких умов було отримано рівень врожайності в 2,74 т/га. В сорту Жаклін кращі показники урожайності отримано за ширини міжрядь 19+38+19 см та висівання з нормою в 750 тис. шт./га – 2,72 т/га. Проте, для цього сорту залишалась й актуальною ширина міжрядь в 19+19+19 см та норма висіву в 750 тис. шт./га, за яких отримано рівень урожайності в 2,70 т/га.

8. Встановлено, що збільшення ширини міжрядь та вирощування різних сортів сої з густотою посівів на рівні 450 тис. шт./га схожих насінин сприяло отриманню кращого вмісту білку в насінні. Так, кращий вміст білку в зерні сої сорту Сірелія було отримано за умови вирощування рослин в посівах з

шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою посівів в 450 тис. шт./га схожих насінин – 38,2 %. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 42,6 % білку, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 39,1 та 38,9 % відповідно. А кращий вміст жиру в зерні сої сорту Сірелія був за вирощування шириною міжрядь в 38+38+38 см та густотою 450 тис. шт./га – 24,1 %. Аналогічні параметри посівів для сорту Сайдіна сприяли накопиченню в насінні сої 20,9 % жиру, а в сортів Вишиванка та Жаклін – 22,6 та 22,9 %.

9. Розраховано, що за коефіцієнтом енергетичної ефективності (КЕЕ) в сорту сої Вишиванка кращими були параметри досліду в яких вирощували рослини з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 600 тис. шт./га – 3,31, а для сорту сої Жаклін – шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га – 3,26. В сорту сої Сайдіна за ширини міжрядь 19+38+19 та норми висіву в 450 тис. шт./га отримано показник 3,42. Проте, кращий рівень енергоефективності по досліді отримано в сорту сої Сірелія за вирощування її з шириною міжрядь 19+38+19 та нормою висіву в 750 тис. шт./га він – 3,51.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами проведених досліджень та економічного і енергетичного обґрунтування їх в умовах Правобережного Лісостепу України задля отримання високої урожайності та якості сої рекомендуємо:

1. Вирощувати сорти сої середньо ранньостиглої групи Сірелія, або середньостиглої Сайдіна.
2. Для вирощування рекомендованих сортів обирати комбіновану ширину міжрядь 19+38+19 см.
3. Для формування оптимальної площі живлення висівати сорт Сірелія з нормою висіву в 600 тис. шт./га, а сорт Сайдіна з нормою в 450 тис. шт./га схожих насінин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України / Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Х.: ХНАУ, 2016. 268 с.
2. 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.
3. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 237 с.
4. 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.
5. Артеменко С. Три кроки до успішного вирощування сої. Пропозиція. 2017. № 5. С. 72–76.
6. Артеменко С. Ф. Вплив агротехнічних заходів та строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2011. № 40. С. 40-45.
7. 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.
8. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. О. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. Корми і кормовиробництво. 2011. № 69. С. 11–19.
9. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. Аграрний тиждень. Україна. 2013. № 10/11. С. 31.
10. Бабич А. О. Нові сорти сої і перспективи виробництва її в Україні. Пропозиція. 2007. №4. С. 46–49.



11. Бабич А. О. Світове виробництво зернобобових культур для вирішення проблеми білка і біологічного азоту. Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивация, охорона: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 2003. С. 8–12.
12. Бабич А. О. Соєве поле України. Агроном. 2010. № 1. С. 174–178.
13. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука, 1998. 272 с.
14. 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.
15. 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. № 71. С. 12–25.
16. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні: монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. 216 с.
17. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої в світі: монографія. К.: Аграрна наука, 2011. 574 с.
18. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. Корми і кормовиробництво. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
19. Бабич А. О., Кобак С. Я., Панасюк О. Я., Венедіктов О. М., Балан М. О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2011. № 69. С. 113–121.
20. Бабич А. О., Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2011. № 69. С. 108–112.

21. Бабич А. О., Новохацький М. Л. Освітленість рослин та її вплив на динаміку листкового індексу посівів сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Аграрний вісник Причорномор'я. 2001. Вип. 12. С. 179–184.
22. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. Вісник аграрної науки. 1992. № 7. С. 3–7.
23. 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.
24. 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.
25. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція. 2010. № 4. С. 52–56.
26. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соя – стратегічна культура світового землеробства ХХІ століття. Пропозиція. 2006. № 6. С. 44–46.
27. Бабич А., Колісник С. Особливості підготовки ґрунту і строки сівби сої. Пропозиція. 2001. № 4. С. 44–45.
28. Бабич А., Побережна А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства. Пропозиція. 2000. № 4. С. 42–45.
29. Бахмат М. І, Бахмат О. М., Трач І. В. Сортова продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 76. С. 146–150.
30. Бахмат М. І., Бахмат О. М. Формування сортової врожайності сої в умовах Лісостепу Західного. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 73. С. 138–144.
31. Бахмат О. М. Вплив інокуляції насіння на урожайність, збір сирого білка та жиру сої в Лісостепу Західному. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 75. С. 68–73.

32. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія. Кам'янець-Подільський : Видавець Зволейко Д. Г., 2012. 435 с.
33. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього, особливості формування високого врожаю: монографія. Кам'янець-Подільський : ПП Мошак М. І., 2009. 208 с.
34. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59–62.
35. 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.
36. Белінський Ю. В. Продуктивність сої залежно від способів сівби в умовах східної частини лівобережного Лісостепу України. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків, 2013. Вип. 14. С. 21–29.
37. 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.
38. Буджерак А. І., Блащук М. І. Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої : зб. наук. пр. Уман. держ. аграр. ун-ту. 2003. С. 687–691.
39. Булигін Д. О. Аналіз біоенергетичних показників умов зволоження та густоти стояння новітніх сортів сої. Таврійський науковий вісник. 2013. № 85. С. 18–22.
40. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінка агротехнології вирощування сої на сірих лісових ґрунтах. Корми і кормовиробництво. 2010. Вип. 66. С. 83–90.

41. Венедіктов О. М. Формування урожайності і якості сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2006. 19 с.
42. 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.
43. Глупак З. І. Удосконалення технології вирощування скоростиглої сої для умов північно-східного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2013. 200 с.
44. Глупак З. І. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби та глибини загортання насіння в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2011. Вип. 4. С. 126–132.
45. Глушак А. Г. Фотосинтетична продуктивність посівів сої сорту Подільська 1 при різних нормах висіву. Збірник наукових праць ПДАТУ. 2005. Вип. 13. С. 66–68.
46. 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.
47. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
48. Дем'яненко В. В. Ключові елементи сучасної технології вирощування сої. Агроскоп. 2014. № 1. С. 13–19.
49. Дерев'янський В. Удосконалена технологія вирощування сої. Пропозиція. 2014. Спецвипуск (№ 9). С. 4–25.
50. Дерев'янський В. П., Каленська С. М. Економічна та енергетична оцінка технологій вирощування сої. Вісник Житомирського нац. агрокол. ун-ту. 2012. № 1, т.1. С. 137–143.

51. Димов О. М. Стан і тенденції розвитку виробництва сої в ринкових умовах. Економіка АПК. 2009. № 1. С. 97–102.
52. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (національні стандарти України).
53. Єременко О. А., Годорова Л. В., Покопцева Л. А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. Таврійський науковий вісник. 2017. Вип. 99. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/3196/1/1.pdf>
54. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія/ Черенков А. В. та ін. Дніпропетровськ : Акцент, 2014. 109 с.
55. Зінченко О. І. Ріст рослин і врожайність сортів сої в південному Лісостепу України. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 2 (56), т. 1. С. 119–126.
56. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножка М. А. Рослинництво: підручник. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
57. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 71. С. 34–40.
58. 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.
59. Казанок О. О., Сухотін А. С. Економічна та біоенергетична оцінка елементів технології вирощування сортів сої вітчизняної селекції залежно від досліджуваних факторів. Таврійський науковий вісник. 2012. № 82. С. 46–50.
60. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2011. № 69. С. 74–78.
61. Каленська С. М., Новицька Н. В., Гарбар Л. А., Андрієць Д. В. Урожайність як інтегральний показник реакції рослин сої на елементи

технології вирощування. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Серія "Агрономія". 2010. Вип.149. С. 227–234.

62. 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.

63. Калініченко В. М. Вплив агрокліматичних умов на урожайність і якість зерна сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2003. №6. С. 98–100.

64. Камінський В. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. 2006. № 7. С. 20–25.

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

66. 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.

67. 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.

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

69. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Абортивність у сої: причини та шляхи вирішення проблеми. Пропозиція. 2017. № 6. С. 90–94.

70. Колісник С. І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип.71. С. 41–48.

71. Колісник С. І., Іванюк С. В., Петриченко Н. М. Вирощування сої на зерно. Насінництво. 2005. № 12. С. 15–16.
72. 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.
73. Коляда В. Джерела стабілізації та підвищення врожайності сої в Україні. Агроном. 2011. № 1. С. 144–149.
74. Концеба С. М., Мельник Н. П. Світові тенденції виробництва і переробки насіння сої. Економіка АПК. 2012. № 12. С. 131–135.
75. Концеба С. М., Підлубна О. Д. Економічна ефективність виробництва продукції олійних культур у сільськогосподарських підприємствах. Економіка АПК. 2012. № 2 (208). С. 33–37.
76. Коротич П. Надрання соя й новий погляд на сівозміни. Пропозиція. 2006. № 1. С. 72–75.
77. Коротич П. Соя виходить на мільйон. Пропозиція. 2006. № 9. С. 47.
78. Кравчук О. О., Гринчишин О. В., Шкорбот Т. М., Панькова І. М. Ґрунтово-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.
79. 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.
80. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: Українські технології, 2008. 623 с.

81. 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.
82. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. Агроном. 2013. № 1. С 152–153.
83. 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.
84. 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.
85. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 206 с.
86. Мельник С. І. Сортовий склад, якість насіння та урожайність сої в Україні. Вісник Харківського НАУ. 2009. № 4.
87. 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.
88. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) / за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
89. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / під ред. А. О. Бабича. Вінниця, 1994. 87 с.
90. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. Молодий вчений. 2015. № 6 (21), ч. 1. С. 52–54.



91. Мірзоєва 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.
92. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. Київ : «Вища школа», 1994. 334 с.
93. Мойсієнко В. В., Дідора В. Г. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. Вісник ЖНАЕУ. 2010. № 1. С. 1–14.
94. 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.
95. 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.
96. 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.
97. Ничипорович А. А. Фотосинтез и урожай. М. : Знание, 1966. 48 с.
98. 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.
99. Нідзельський В. А. Сучасний стан виробництва сої. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України: Серія «Агрономія». 2010. Вип. 149. С. 257–261.
100. 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.

101. Новохацький М., Бабич А., Ткачук В., Грабовський О. Сортова технологія вирощування – шлях до реалізації потенційних можливостей сої. Пропозиція. 2000. № 10. С. 41–42.

102. 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.

103. Огурцов Є. М. Соя у Східному Лісостепу України. Х., 2008. 270 с.

104. Огурцов Є. М., Белінський Ю. В. Продуктивність фотосинтезу сої залежно від погодних умов і технологічних прийомів вирощування в східній частині Лівобережного Лісостепу України. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2014. Вип. 17. С. 43–49.

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

106. 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 ІІІ всеукр. конф. Вінниця, 2000. С. 72–73.

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

108. 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.

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

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

111. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. 19–23.
112. Петриченко В. Ф. Наукове обґрунтування агротехнічних заходів підвищення урожайності та якості насіння сої в Лісостепу України : автореф. дис. ... д-ра. с.-г. наук : 06.00.09. Київ, 1995. 36 с.
113. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
114. Петриченко В. Ф. Оцінка впливу гідротермічних ресурсів на реалізацію потенціалу продуктивності і якості насіння сої в Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 1995. № 40. С. 31–35.
115. 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.
116. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 2000. Вип. 3-4. С. 19–24.
117. Петриченко В. Ф., Іванюк С. І. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. Аграрний тиждень. 2010. № 9. С. 12.
118. Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патица В. П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 51. С. 3–6.
119. 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.
120. Петриченко В. Ф., Серeda Л. М. Особливості формування продуктивності сої залежно від гідротермічних ресурсів та впливу агротехнічних заходів. Збірник наукових публікацій ВДАУ. Вінниця. 2000. Вип. 8. С. 53–57.

121. Петриченко В. Ф., Сологуб О. М. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2002. Вип. 11. С. 3–7.
122. Писаренко П. В., Суздаль О. С., Булігін Д. О., Морозов В. В. Економічна ефективність вирощування середньостиглих сортів сої в умовах півдня України. Зрошуване землеробство. 2012. № 57. С. 279–283.
123. Позняк В. Особливий біб: [Соя]. Агробізнес Сьогодні. 2011. № 4. С. 22–23.
124. Полішко М. П., Бурова М. А. Урожайність сої залежно від строків сівби, норми висіву та глибини загортання насіння. Степове землеробство. 1991. Вип. 2. С. 63–67.
125. Порембский А. Соя. Агроперспектива. 2000. № 4. С. 24–31.
126. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В., Гончарова С. О., Коровко І. І., Костенко А. В. Оцінка нових сортів сої за господарсько цінними ознаками. Вісник аграрної науки. 2016. Т. 94. № 11. С. 24–27.
127. 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.
128. 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.
129. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. Серія: Економічні науки. 2011. Вип. 2, т. 2. С. 215–220.
130. Розвадовський А. М., Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / за ред. А. М. Розвадовського. К. : Урожай, 1990. 176 с.

131. 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.
132. Романько Ю. О. Вплив строків сівби на продуктивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник СНАУ. 2010. № 4 (19). С. 87–94.
133. Романько Ю. О. Продуктивність сої залежно від строків сівби, добрив та бактеріальних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2014. 207 с.
134. Сендецький В. М. Економічна ефективність вирощування сої залежно від застосування органічних компонентів. «Наукові горизонти». 2018. № 1 (64). С. 64–69.
135. Січкач В. І. Ефективніше використовувати сортовий потенціал сої – потреба сьогодення. Посібник українського хлібороба. 2013. Т. 2. С. 146-150.
136. Січкач В. І. Зернобобові культури в Україні: Що вирощувати? Пропозиція. Спецвипуск. 2016. С. 34–39.
137. Січкач В. Насіннева продуктивність нових сортів сої одеської селекції. Пропозиція. 2011. № 12. С. 62–64.
138. Тимченко В. Н., Пилипченко А. В. Стан і перспективи розвитку виробництва сої в Україні. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 71. С. 27–33.
139. Трибель С. О., Ретьман С. В., Борзих О. І., Стригун О. О. Стратегічні культури / за ред. С. О. Трибеля. К. : Фенікс, 2012. 367 с.
140. 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.

141. 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.
142. 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.
143. Чехов С. А. Аналіз пропозиції на вітчизняному ринку насіння сої. Економічний простір. 2016. № 106. С. 127–134.
144. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 71–77.
145. Чехова І. В., Чехов С. А. Ринок сої в Україні. Агроном. 2015. № 4. С. 94–98.
146. Чинчик О. Підбір сортів – основа сучасної технології вирощування сої. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 155–156.
147. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 69–77.
148. 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.
149. 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.
150. 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.

151. Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Біоенергетична оцінка вирощування сої за різних технологій. Таврійський науковий вісник. 2015. № 94. С. 83–87.

152. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 19–20 листопада 2015 року. Житомир, 2015. С. 146–150.

153. Шовкова О. В. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. Вісник ЖНАЕУ. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 464–471.

154. Шовкова О. В. Динаміка наростання площі листкової поверхні сої залежно від прийомів вирощування. Сучасні тенденції виробництва та переробки продукції рослинництва: матеріали IV науково-практичної інтернет-конференції, 20–21 квітня 2016. Полтава, 2016. С. 216–219.

155. Шовкова О. В. Динаміка та ефективність виробництва сої в Полтавській області. Розвиток національної економіки: теорія і практика: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 3-4 квітня 2015. Частина 1. Івано-Франківськ, 2015. С. 130–131.

156. Шовкова О. В. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 92–94.

157. Шовкова О. В. Стан виробництва сої в Україні та в Полтавській області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2014. № 4. С. 106–110.

158. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. Науковий вісник Національного університету

біоресурсів і природокористування України. 2020. № 2 (84). С. URL:  
<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14031>

159. Ярошко М. Технологія вирощування сої. *Агроном*. 2013. № 1. С. 130–133.
160. Sun, J.; Mooney, H.; Wu, W.; Tang, H.; Tong, Y.; Xu, Z.; Huang, B.; Cheng, Y.; Yang, X.; Wei, D.; et al. Importing food damages domestic environment: Evidence from global soybean trade. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2018, 115, 5415–5419.
161. Kotecki, A.; Lewandowska, S. *Studia nad Uprawą soi Zwyczajnej (Glycine max (L.) Merrill) w Południowo-Zachodniej Polsce/Studies on the Cultivation of Soybean (Glycine max (L.) Merrill) in South-Western Poland*; Wyd. UP Wrocław: Wrocław, Poland, 2020; p. 226.
162. S'wiecicki, W.; Chudy, M.; Z'uk-Gołaszewska, K. Ros'liny strą czkowe w projektach badawczych Unii Europejskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 2007, 522, 55–65.
163. Bellaloui, N.; Bruns, H.A.; Abbas, H.K.; Mengistu, A.; Fisher, D.K.; Reddy, K.N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Sci.* 2015, 6, 1–14.
164. SoyStats 2021. Available online: <http://www.soystats.com>
165. Szpunar-Krok, E.; Wondolowska-Grabowska, A.; Bobrecka-Jamro, D.; Jan'czak-Pienią z'ek, M.; Kotecki, A.; Kozak, M. Effect of nitrogen fertilisation and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* on the fatty acid profile of soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) seeds. *Agronomy* 2021, 11, 941.
166. Szpunar-Krok, E.; Wondolowska-Grabowska, A. Quality evaluation indices for soybean oil in relation to cultivar, application of N fertiliser and seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. *Foods* 2022, 11, 762.
167. Borawska, J.; Darewicz, M.; Iwaniak, A.; Minkiewicz, P. Biologically active peptides from food proteins as factors preventing diet-related diseases/Biologicznie aktywne peptydy pochodzą ce z białek z' ywnos' ci jako



- czynniki prewencji wybranych chorób dietozależnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2014, 47, 230–236. Available online: [https://www.ptfarm.pl/download/?file=File%2FBromatologia%2F2014%2FBR+2-2014+s\\_+230-236.pdf](https://www.ptfarm.pl/download/?file=File%2FBromatologia%2F2014%2FBR+2-2014+s_+230-236.pdf)
168. Martyniuk, S. Naukowe i praktyczne aspekty symbiozy roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi/Scientific and practical aspects of legumes symbiosis with root-nodule bacteria. *Pol. J. Agron.* 2012, 9, 17–22. Available online: [https://iung.pl/PJA/wydane/9/PJA9\\_3.pdf](https://iung.pl/PJA/wydane/9/PJA9_3.pdf)
169. Kocira, A.; Staniak, M.; Tomaszewska, M.; Kornas, R.; Cymerman, J.; Panasiewicz, K.; Lipińska, H. legume cover crops as one of the elements of strategic weed management and soil quality improvement. A Review. *Agriculture* 2020, 10, 394.
170. Bethlenfalvay, J.G.; Franson, L.R.; Brown, S.M. Nutrition of mycorrhizal soybean evaluated by the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). *Agron. J.* 1990, 82, 302–304.
171. Słiwa, J.; Zając, T.; Oleksy, A.; Klimek-Kopyra, A.; Lorenc-Kozik, A.; Kulig, B. Comparison of the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivated in western Poland. *Acta Sci. Pol. Sec. Agricultura* 2015, 14, 81–95.
172. Badaruddin, M.; Meyer, D.W. Grain legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. *Crop Sci.* 1994, 34, 1304–1309.
173. Gaynor, L.G.; Lawn, R.J.; James, A.T. Agronomic studies on irrigated soybean in southern New South Wales. I. Phenological adaptation of genotypes to sowing date. *Crop Pasture Sci.* 2011, 62, 1056–1066.
174. Câmara, G.M.S.; Sedyama, T.; Dourado-Neto, D.; Bernardes, M.S. Influence of fotoperiod and air temperature on the growth, flowering and maturation of the soybean (*Glycine max*. L. Merrill). *Sci. Agric.* 1997, 54, 149–154. Available online: <https://www.scienceopen.com/document?vid=f604f4c0-fa07-4018-afaa-ff18d7c9b5aa>

175. Gass, T.; Schori, A.; Fossati, A.; Soldati, A.; Stamp, P. Cold tolerance of soybean (*Glycine max.* L. Merrill) during the reproductive phase. *Eur. J. Agron.* 1996, 5, 71–88.
176. Gawęda, D.; Nowak, A.; Haliniarz, M.; Woźniak, A. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems. *Int. J. Plant Prod.* 2020, 14, 475–485.
177. Kühling, I.; Hüsing, B.; Bome, N.; Trautz, D. Soybeans in high latitudes: Effects of *Bradyrhizobium* inoculation in Northwest Germany and southern West Siberia. *Org. Agric.* 2018, 8, 159–171.
178. Z'arski, J.; Kus'mierek-Tomaszewska, R.; Dudek, S.; Krokowski, M.; Kledzik, R. Identifying climatic risk to soybean cultivation in the transitional type of moderate climate in Central Poland. *J. Cent. Eur. Agric.* 2019, 20, 143–156.
179. Karges, K.; Bellingrath-Kimura, S.D.; Watson, C.A.; Stoddard, F.L.; Halwani, M.; Reckling, M. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *Eur. J. Agron.* 2022, 133, 126415.
180. Chaves, M.M.; Oliveira, M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. *J. Exp. Bot.* 2004, 407, 2365–2379.
181. Cooper, R.L. A delayed flowering barrier to higher soybean yields. *Field Crop Res.* 2003, 82, 27–35.
182. Casal, J.J. Photoreceptor signaling networks in plant responses to shade. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2013, 64, 403–427. <http://ri.agro.uba.ar/files/download/articulo/2013casal1.pdf>
183. Galvão, V.C.; Fankhauser, C. Sensing the light environment in plants: Photoreceptors and early signaling steps. *Curr. Opin. Neurobiol.* 2015, 34, 46–53.
184. Ji, H.; Xiao, R.; Lyu, X.; Chen, J.; Zhang, X.; Wang, Z.; Deng, Z.; Wang, Y.; Wang, H.; Li, R.; et al. Differential light-dependent regulation of

- soybean nodulation by papilionoid—Specific HY5 homologs. *Curr. Biol.* 2022, 32, 783–795.e5.
185. Osterlund, C.M.T.; Hardtke, S.; Wei, N.; Deng, X.W. Targeted destabilization of HY5 during light-regulated development of Arabidopsis. *Nature* 2000, 405, 462–466.
186. Malik, N.S.A.; Pence, M.K.; Calvert, H.E.; Bauer, W.D.; Kettering, C.F. Rhizobium infection and nodule development in soybean are affected by exposure of the cotyledons to light. *Plant Physiol.* 1984, 75, 90–94
187. Wu, T.; Li, J.; Wu, C.; Sun, S.; Mao, T.; Jiang, B.; Hou, W.; Han, T. Analysis of the independent and interactive photo thermal effects on soybean flowering. *J. Integr. Agric.* 2015, 14, 622–632.
188. Watanabe, S.; Harada, K.; Abe, J. Genetic and molecular bases of photoperiod responses of flowering in soybean. *Breed Sci.* 2012, 61, 531–543.
189. Lin, X.; Liu, B.; Weller, J.L.; Abe, J.; Kong, F. Molecular mechanisms for the photoperiodic regulation of flowering in soybean. *J. Integr. Plant Biol.* 2020, 63, 981–994.
190. Luo, X.; Yin, M.; He, Y. molecular genetic understanding of photoperiodic regulation of flowering time in Arabidopsis and soybean. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23, 466
191. Gai, J.Y.; Wang, Y.S. A study on the varietal eco-regions of soybeans in China. *Sci. Agric. Sin.* 2001, 34, 139–145.
192. Hungria M, Araujo RS, Campo RJ. 2009. Biological nitrogen fixation as a key component of N nutrition for the soybean crop in Brazil. In: *Proceedings of the 8th World Soybean Conference*. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences/Crop Science Society of China.
193. Hungria M, Campo RJ, Mendes IC. 2007. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 80 pp.

194. Ormeño-Orrillo E, Hungria M, Martínez-Romero E. 2012. Dinitrogen-fixing prokaryotes. In: Dworkin M, Falkow S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E, editors. Chapter 11. The Prokaryotes: Biodiversity and Ecology. Berlin and Heidelberg; Springer-Verlag.
195. Sinclair TR, Purcell LC, King CA, Sneller CH, Chen P, Vadez V. 2007. Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N<sub>2</sub> fixation. *Field Crop Res* 101: 68–71.
196. Purcell LC. 2009. Physiological responses of N<sub>2</sub> fixation to drought and selecting genotypes for improved N<sub>2</sub> fixation. In: Emerich DW, Krishnan HB, editors *Nitrogen Fixation in Crop Production*. Madison: American Society of Agronomy. pp. 211–238.
197. Chen P, Sneller CH, Purcell LC, Sinclair TR, King CA, Ishibashi T. 2007. Registration of soybean germplasm lines R01-416F and R01-581F for improved yield and nitrogen fixation under drought stress. *J. Plant Reg.* 1: 166–167.
198. Hungria M, Mendes IC, Nakatani AS, Reis-Junior FB, Moraes JZ, Oliveira MC, Fernandes MF. 2014. Effects of glyphosate-resistant gene and herbicides on soybean crop: Field trials monitoring biological nitrogen fixation and yield. *Field Crops Res.* 158: 43–54.
199. Campo RJ, Araujo RS, Hungria M. 2009. Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants. *Symbiosis* 48: 154–163.

## **ДОДАТКИ**

**Урожайність сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву,  
т/га, за 2021-2023 рр.**

Сорт	Ширина міжрядь	Норма висіву	2021	2022	2023
Сірелія	19	450	2,61	2,30	2,81
		600	2,81	2,47	3,00
		750	2,87	2,51	3,05
	19+38	450	2,70	2,39	2,91
		600	2,92	2,61	3,15
		750	2,96	2,60	3,21
	38	450	2,35	2,06	2,52
		600	2,38	2,13	2,59
		750	2,41	2,13	2,62
Сайдіна	19	450	2,72	2,42	2,95
		600	2,68	2,36	2,86
		750	2,64	2,33	2,84
	19+38	450	2,88	2,52	3,07
		600	2,78	2,47	3,00
		750	2,69	2,36	2,88
	38	450	2,63	2,31	2,82
		600	2,53	2,25	2,76
		750	2,46	2,15	2,64
Вишиванка	19	450	2,44	2,16	2,65
		600	2,65	2,36	2,87
		750	2,47	2,18	2,66
	19+38	450	2,54	2,23	2,76
		600	2,78	2,46	3,00
		750	2,49	2,20	2,68
	38	450	2,28	2,04	2,47
		600	2,45	2,18	2,64
		750	2,33	2,02	2,50
Жаклін	19	450	2,43	2,16	2,64
		600	2,56	2,26	2,77
		750	2,76	2,42	2,93
	19+38	450	2,63	2,26	2,76
		600	2,64	2,34	2,87
		750	2,75	2,43	2,97
	38	450	2,34	2,04	2,52
		600	2,45	2,16	2,63
		750	2,56	2,27	2,78

**Вміст білку в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, %, за 2021-2023 рр.**

Сорт	Ширина міжрядь	Норма висіву	2021	2022	2023
Сірелія	19	450	35,9	33,9	43,3
		600	35,5	33,6	42,6
		750	34,8	32,8	41,6
	19+38	450	36,0	34,1	43,6
		600	35,7	34,2	43,2
		750	34,9	32,9	42,4
	38	450	36,4	34,3	43,9
		600	35,7	34,4	43,7
		750	35,0	33,3	42,8
Сайдіна	19	450	39,5	37,7	48,2
		600	39,1	37,0	46,9
		750	38,4	36,4	46,4
	19+38	450	40,6	38,2	48,5
		600	39,3	37,5	47,6
		750	38,8	36,6	46,7
	38	450	40,7	38,3	48,9
		600	39,2	37,3	47,9
		750	39,0	36,5	47,0
Вишиванка	19	450	36,5	34,7	44,4
		600	36,1	34,5	43,9
		750	35,5	33,6	42,8
	19+38	450	36,6	34,5	44,6
		600	36,5	34,6	44,1
		750	35,7	33,9	43,2
	38	450	37,0	35,5	44,9
		600	36,8	35,1	44,5
		750	36,3	33,9	43,8
Жаклін	19	450	36,1	34,5	44,1
		600	36,1	34,3	43,9
		750	35,9	33,8	42,9
	19+38	450	37,4	34,6	44,2
		600	36,3	34,5	44,1
		750	36,1	34,2	43,6
	38	450	37,1	34,8	44,8
		600	36,6	34,8	44,2
		750	36,3	34,4	44,1

**Вміст жиру в зерні сортів сої під впливом ширини міжрядь та норми висіву, %, за 2021-2023 рр.**

Сорт	Ширина міжрядь	Норма висіву	2021	2022	2023
Сірелія	19	450	22,5	21,3	27,2
		600	22,1	20,9	26,5
		750	21,6	20,4	25,9
	19+38	450	22,8	21,6	27,6
		600	22,6	21,6	27,3
		750	21,9	20,6	26,6
	38	450	23,0	21,7	27,7
		600	22,7	21,8	27,8
		750	22,2	21,1	27,2
Сайдіна	19	450	19,6	18,7	23,9
		600	19,2	18,2	23,1
		750	19,1	18,1	23,0
	19+38	450	20,1	18,9	24,0
		600	19,6	18,7	23,7
		750	19,5	18,4	23,4
	38	450	20,0	18,8	24,0
		600	19,6	18,7	24,0
		750	19,6	18,3	23,6
Вишиванка	19	450	20,9	19,8	25,4
		600	20,5	19,6	24,9
		750	20,2	19,1	24,3
	19+38	450	21,1	19,9	25,7
		600	20,9	19,9	25,3
		750	20,6	19,5	24,8
	38+	450	21,4	20,5	25,9
		600	21,1	20,2	25,6
		750	21,0	19,6	25,3
Жаклін	19	450	21,3	20,3	26,0
		600	20,9	19,8	25,4
		750	20,5	19,3	24,5
	19+38	450	22,0	20,3	26,0
		600	21,1	20,1	25,7
		750	20,7	19,6	25,0
	38	450	21,9	20,5	26,4
		600	21,5	20,4	25,9
		750	20,8	19,8	25,3



## АКТ

впровадження наукової розробки у виробничих умовах

1. Назва розробки що впроваджується: елементи технології вирощування сої.

2. Назва господарства і його адреса, де проводилось впровадження: ФГ «Расавське», 09260, Україна, Обухівський р-н, Київська обл., с. Ліщинка.

3. Рік і обсяг впровадження: у 2023 році

4. Рекомендована технологія вирощування сої включала в себе такі елементи: висівання сортів сої Сірелія та Жаклін стрічковим способом та нормою висіву в 600 тис. шт./га.

5. За результатами проведених виробничих випробувань вдалося знизити собівартість вирощування однієї тони сої на 1240 грн./га та за кращого на 0,45 т/га рівня урожайності річний економічний ефект становив 265,4 тис. грн. з розрахунку на площу впровадження в 50 га.

Акт складено 15 травня 2024 року



Керівник  
П. Р. Коваленко

Печатка господарства

**Статті у наукових виданнях,  
включених до Переліку наукових фахових видань України**

1. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування фотосинтетичних показників сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2023. № 31. С. 97–109. *(Лемешик А. В. проведено визначення площі листової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу за фазами розвитку сої, проаналізовано, узагальнено результати досліджень, проведено літературний пошук, визначено відповідні узгодження та відмінності результатів дослідження з опублікованими раніше роботами, порівняно та узагальнено наукові дослідження за темою публікації, підготовлено статтю до друку відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. визначено актуальність, сформульовано наукову новизну, практичне значення та мету проведених досліджень, проведено статистичну обробку отриманих даних).*

2. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування біометричних параметрів посівів сої ‘Сірелія’ залежно від площі живлення на чорноземах типових. Новітні агротехнології. 2024. Т. 12. № 1. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/303480> *(Лемешик А. В. проведено визначення висоти рослин та сухої речовини за фазами розвитку сої, узагальнено результати досліджень, проведено літературний пошук, визначено відповідні узгодження та відмінності результатів дослідження з опублікованими раніше роботами, порівняно та узагальнено наукові дослідження за темою публікації, підготовлено статтю до друку відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. проведено літературний пошук та аналіз публікацій, що наближені за темою, порівняно отримані результати з даними опублікованими раніше).*

3. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. Новітні агротехнології. 2024. Т. 12. № 2. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/304338> *(Лемешик А. В. проведено аналіз елементів структури врожаю, врожайності та якості зерна досліджуваних сортів сої, виконано узагальнення та аналіз отриманих результатів, проведено літературний науковий пошук, підготовлено статтю до друку. Новицькою Н. В. проведено статистичні розрахунки, визначено мету, практичне значення та новизну дослідження).*

## Тези наукових доповідей

4. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Вплив інокуляції насіння на продуктивність сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Інноваційні технології в рослинництві:

У Всеукраїнська наукова інтернет-конференція, м. Кам'янець-Подільський, 25 травня

2022 року: тези доповіді. Кам'янець-Подільський, 2022. С. 90. *(Лемешик А. В. визначено актуальність та мету дослідження, проведено літературний пошук за обраною темою, проаналізовано та підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. сформульовано актуальність, мету дослідження, висновки, узагальнено результати пошуку).*

5. **Лемешик А. В.,** Манукіян А. В., Новицька Н. В. Оптимізація способів сівби сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Сучасні аспекти підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу сільськогосподарських культур у контексті європейського

зеленого курсу: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН, с. Центральне,

16 листопада 2022 року: тези доповіді. Центральне, 2022. С. 139. *(Лемешик А. В. проведено збір даних та аналіз врожайності сортів сої, статистично оброблено отриману інформацію, проведено науковий літературний пошук публікацій наближених до теми публікації, підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Манукіяном А. В. проаналізовано отримані результати. Новицькою Н. В. узагальнено отримані результати, сформульовано висновки).*

6. **Лемешик А. В.,** Новицька Н. В. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів в умовах правобережного Лісостепу України. Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу. Секція 2: Післявоєнне відновлення рослинних ресурсів та екологічна безпека країни: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 381. *(Лемешик А. В. проведено визначення росту і розвитку рослин та продуктивності ранньостиглого сорту сої Вишиванка, проаналізовано зібрані дані, підготовлено тези відповідно до вимог видавництва. Новицькою Н. В. визначено актуальність та мету дослідження, проаналізовано та узагальнено отримані результати, сформульовано висновки).*