

Міністерство освіти і науки України

Державний заклад

«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут природничих і аграрних наук

Кафедра біології та агрономії

Барвінко Віталій Олександрович

**РОЛЬ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
СОРТІВ СОЇ**


Кваліфікаційна робота

здобувача вищої освіти за другим (магістерським) рівнем

за спеціальністю

201 Агрономія

Особистий підпис _____

Науковий керівник  доцент кафедри біології та агрономії,
канд. с/г. наук Н.Ф.Тимчук

Зав. кафедри

біології та агрономії _____ доцент кафедри біології та агрономії,
канд. с/г. наук Г.О. Євтушенко

Миргород – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....		3
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....		7
1.1.	Стан та шляхи виробництво сої.....	7
1.2.	Ботаніко-біологічні та фізіологічні властивості рослин сортів сої.....	15
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....		28
2.1.	Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження.....	28
2.2.	Методика досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3. Науково-практичне обґрунтування застосування елементів сортової агротехніки в технології вирощування сортів.....		33
3.1.	Врожайність сортів сої при застосуванні різних норм висіву насіння.....	33
3.2.	Вплив ширини міжряддя на формування врожайності сортами сої.....	41
РОЗДІЛ 4. Біоенергетична ефективність елементів сортової агротехніки у вирощуванні сої.....		48
Висновки.....		52
Рекомендації виробництву.....		54
Список використаної літератури.....		55

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження.

Серед зернобобових культур соя у галузі світового рослинництва найпоширенішою культурою. У зв'язку із збільшенням попиту у забезпеченні населення рослинним білком роль сої у світі постійно зростає. Постійно спостережувана зростаюча потреба у білку рослинного походження та олії, як складових основи продуктів харчування людини та раціону для годування сільськогосподарських тварин сприяє нарощуванню виробництва зерна сої.

Сорти сої мають досить високий рівень генетичної продуктивності, який в умовах виробництва реалізується в межах 50-60%. Урожайність сортів сої у виробничих посівах суттєво поступається середньосвітовому рівню врожайності що пов'язано як з особливостями погодних умов вегетаційних періодів, так і з нижчим рівнем реалізації агротехнологічного потенціалу у технологіях вирощування.

Науковий та виробничий досвід вирощування сої показує, що шляхом удосконалення прийомів сортової агротехніки у виробничих умовах можна досягти високого рівня врожайності цієї зернобобової культури.

Створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин в агроценозі, обраного для вирощування сорту сої з урахуванням фізіолого-біологічних особливостей, може у виробничих умовах в значній мірі вирішувати питання більш повного використання агроценозом рослин сої відновлюваного ресурсу середовища вирощування та сприяти розвитку рослин з метою забезпечення для забезпечуючи формування максимально можливого рівня врожайності.

Тому наші дослідження спрямовані на вивчення та встановлення в умовах західного Лісостепу України ефективності застосування у технології вирощування сої елементів сортової агротехніки – густоти стояння рослин,

ширини міжрядь у агроценозах сортів сої в технологіях вирощування. Такий підхід в проведенні досліджень обумовлює актуальність проведення дослідів по обґрунтування ефективності ролі сортової агротехніки в технологіях вирощування сортів сої.

Мета та завдання дослідження

Мета нашої дослідницької роботи полягає у проведенні та виконанні дослідів по вивченню, встановленню найбільш ефективних елементів сортової агротехніки – щільності агроценозів сортів сої, ширини міжряддя агроценозів та особливостей формування врожайності сої за різними елементами сортової агротехніки відповідно до умов періоду вегетації Західного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження наших дослідів – процес вивчення та встановлення впливу елементів сортової агротехніки в технології вирощування на формування продуктивності рослин та врожайності сортів сої в агроценозах.

Предмет дослідження – сорт сої, густина стояння рослин в посівах сортів сої, продуктивність рослини, врожайність посіву.

Методи дослідження – вірогідність і ефективність виконання досліджень, аналіз одержаних результатів дослідів було забезпечено за рахунок застосування нами науково-дослідному процесі таких методів проведення дослідження: емпіричні методи – польові, лабораторно-польові методи, теоретичні методи – це аналіз, порівняння, зіставлення, моделювання; статистичні методи – дисперсійні, кореляційні.

Наукова новизна отриманих результатів –

В результаті організації та виконання досліджень в умовах західного Лісостепу України нами було експериментально вивчено, встановлено та на науковому рівні підтверджено доцільність застосування в технології вирощування сої елементів сортової агротехніки як густота стояння рослин посіву стосовно до біологічних властивостей сорту, ширина міжряддя посіву.

Вивчена та встановлена передзбиральна щільність рослин агроценозу сої, яка в повній мірі сприяє забезпеченню посівами сої формування максимально можливого рівня врожайності.

Практичне значення одержаних результатів – в результаті виконання експериментальної роботи по вивченню ролі сортової агротехніки в технології вирощування встановлено оптимальні параметри густоти стояння, ширини міжряддя як елементів сортової агротехніки відповідно до умов вегетаційного періоду ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу України.

Виконані дослідження свідчать про виправдану можливість застосування густоти стояння рослин та ширини міжряддя в технологіях вирощування сортів сої.

Одержані нами експериментальні дані виконаного наукового експерименту рекомендуються для найширшого використання у вивченні та викладанні наукових дисциплін агрономічного напрямку «Рослинництво з основами кормовиробництва», «Землеробство» для студентів за фахом 201 «Агрономія» в Навчально-науковому Інституті природничих та аграрних наук Луганського національного університету імені Тараса Шевченка.

Особистий внесок здобувача освіти – я як здобувач освіти магістранта самостійно виконав дослідження, під час проведення дослідницької магістерської роботи особисто індивідуально проаналізував наукові джерела літератури, розробив схему проведення польових дослідів у господарстві, організував та виконав роботу з визначення та встановлення методичних проблем та питань науково-дослідної роботи стосовно наданої тематики, організував, провів, виконав наукові дослідження у польових умовах сільськогосподарського підприємства, виконав самостійний аналіз одержаних експериментальних даних наукових дослідів.

Структура роботи. В результаті виконання науково-дослідної роботи на отримання звання магістра за фахом 201 «Агрономія» нами представлена магістерська робота, яка безпосередньо складається зі вступу, чотирьох

розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної науково-дослідної літератури.

Зміст представленої даної магістерської роботи висвітлено на 65 сторінках основного тексту, який містить 11 таблиць, 11 рисунків, 82 посилань на літературні наукові джерела.

РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Стан та шляхи виробництва сої

Рослинництво та тваринництво є основними та важливими галузями сільського господарства. В сільськогосподарському виробництві галузь тваринництво тісно пов'язана з розвитком рослинництва, яке забезпечує тваринництво основними кормами. Продуктивність тварин залежить від багатьох факторів, але головним з них залишається збалансоване годування згідно з науково обґрунтованими нормами та введенням в раціони живлення тварин білків. Найбільший внесок у цей процес вносить повноцінне протеїнове харчування, особливо високопродуктивних тварин. Проблема створення повноцінної кормової бази в Україні можливо вирішувати за рахунок вирощування сої, яка вирішує питання білкового забезпечення як і тварин, так і в харчуванні людей.

Зернобобова культура соя належить до сімейства бобових – *Fabaceae* Lindl., роду *Glycine* L., виду *G. hispida* Max.

Культурна соя (*Glycine max*.L) походить від дикорослих видів, які позростають в Південно-Східній Азії. Широко поширена думка, що сучасна культурна соя була одомашнена з дикої сої (*Glycine soja* Sieb. & Zucc.) у Східній Азії 6000-9000 років тому (Carter et al., 2004; Kim et al., 2012; Sedivy et. al., 2017).

Соя як культурна сільськогосподарська рослина сформувалася у Китаї не менше 6-7 тисяч років тому.

Наявність у країнах Південно-Східної Азії величезної різноманітності форм сої свідчить про те, що саме тут і, швидше за все, в Китаї, відбулося формування культурного виду сої, звідки вона поширилася поступово на інші континенти та країни.

Незважаючи на ті історичні свідчення в науковій літературі, які передбачають те, що соя була завезена з північно-східного Китаю близько

2510 р. до н. е., місцеві сорти сої з найвищою генетичною різноманітністю виявлені в регіоні Хуанхе навколо річки Хуанхе (Жовта річка). Зосереджена навколо цього регіону велика кількість археологічних обвуглених зразків сої робить басейн річки Хуанхе головним кандидатом на місце походження одомашнення сої (Dong et al., 2004; Li et al., 2010; Lee et al., 2016; Zhao, 2004).

Сільськогосподарська культура, її походження, значення, вирощування, обсяги реалізації та переробки в сучасний час досить між собою взаємопов'язані через зростаючий попит людей на продукти харчування, потоки рослинної продукції, капіталу, інформації. Саме такі взаємозв'язки на ринку сільськогосподарської продукції існують досить давно, але в останні десятиліття їх значення суттєво зросло. Хоча останні три десятиліття загальне виробництво продовольства у світі подвоїлося, зростаюча частка цього розширення тісно пов'язана з товарами рослинництва які вироблені та користуються попитом на світових ринків. Поточна динаміка землекористування та зміни рослинного покриву на земному шарі формуються новими силами, такими як попит, який постійно зростає саме на глобалізовані товари, , внаслідок чого глобалізація зараз більш впливова, ніж будь-коли. Лише 11-28% населення світу можуть задовольнити свої потреби у певних культурах у радіусі 100 км. Місцеве продовольче постачання може розширитися, якщо врожайність зросте, а втрати продовольства скоротяться, але глобальні ланцюжки поставок, як і раніше, необхідні для стабільного та адекватного продовольчого постачання (Meufroidt et. al., 2010; Lambin & Meufroidt, 2011; Liu et. al., 2018).

Соя є продуктивною олійною та білковою культурою, яка забезпечує вирощування потреб у олії та білку, які використовуються для приготування продуктів харчування та у якості корму для тварин. Як сільськогосподарська культура соя є важливою складовою системи землеробства сільськогосподарських підприємств.

У зв'язку з високим вмістом білка в насінні сої, вище 40%, багато країн в світі стають провідними виробниками цієї культури і постачальниками товарного насіння сої на ринок продуктів рослинництва (Joubert and Jooste, 2013).

Соеві боби, як продукт виробництва галузі рослинництва, який споживається у всьому світі, давно є одним із найважливіших товарів на сучасному міжнародному ринку. Управління глобальним ланцюжком поставок сої стало однією з центральних тем як у промисловості, так і в академічних колах.

З урахуванням фактору того, що соя, як важлива бобова культура є значним джерелом рослинного білку та олії, сектор виробництва значно зріс у відповідь на зрушення балансу у харчуванні людини у бік більшої кількості тваринного білка через зростання економічного добробуту за останні три десятиліття. Внаслідок цього зсуву в харчуванні, починаючи з 2002 року, соя та її похідні продукти переробки стали вважатися у світі на ринку продуктів харчування промисловим товаром, а не сільськогосподарським товаром, що дозволяє лібералізувати імпорт в окремих країнах. Результатом стало те, що імпорт сої, в основному зі США та Бразилії, збільшився майже експоненційно (Garrett and Rausch, 2016; Solot, 2006).

В той же час, аналіз виробництва та переробки соєвих бобів показує, що взагалі лише 6% від загального обсягу світового виробництва бобів сої використовують у вигляді цілісних бобів, тоді як інші 94% від загально обсягу виробництва подрібнюються.

Цілісне соєве товарне насіння може бути перероблено для промислового використання та виготовлення, наприклад, біопалива та олії харчової, або подрібнюються для виробництва продуктів харчування: соєве молоко, соєвий соус, корм для тварин та інше.

З тих пір, як цінність насіння сої як цінного джерела рослинного білка була визнана, використання та споживання продуктів на основі сої стає

популярним у багатьох країнах світу. Такі продукти харчування, як ншіма, так звана бідія, давадава, махеву, сой-огі (сумісь кукурудзи та сої), соєвий кебаб (острий тофу), печево, соєва мука, соєвий йогурт і соєве молоко були прийняті місцевими жителями в багатьох країнах світу/ Nshima, основна каша, виготовлена з кукурудзяного, соєвого та маніокового борошна, широко споживається в Замбії та Малаві. Найпершим відомим використанням їжі на основі сої в нігерійській дієті в сільському регіоні була форма давадава, ферментованої приправи для супу, яка традиційно виготовлялася з насіння ріжкового дерева (Shannon and Kalala, 1994; Kolapo, 2011; Dlamini, 2014).

При переробці бобів сої близько 76% соєвого виробництва використовується як недорогий, якісний білок для корму тварин, 20% споживається у вигляді харчових олій і продуктів харчування для людини (наприклад, тофу, соєве молоко і темпі), а 4% використовується в промислових цілях, переважно у вигляді біодизеля (Ritchie, 2021).

Технології вирощування бобів сої значною мірою механізоване, і соєві боби вирощуються на великих посівних площах та полях сівозмін, вимагаючи зернозбиральні комбайни для збирання рослин в посівів та відділення стебел та стручків від бобів. Зібрані боби потім нагрівають, подрібнюють, прокатують і екструдують для поділу на харчову олію та борошно, які потім очищають для використання в різних продуктах, таких як корм для тварин, майонез, фарба та паливо (Degnan, 2021).

Крім того, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, зернобобова культура соя має великий потенціал для більшої ефективності використання ресурсів. Наприклад, якщо взяти ефективність землекористування, то врожай сої в межах 3,0 т/га може бути використаний для виробництва 0,343 т м'яса великої рогатої худоби, 0,6 т м'яса свинини, 1,2 т м'яса птиці. В іншому випадку, без соєвого шроту, скотарство може виробляти лише одну голову та 0,250 т м'яса великої рогатої худоби в середньому на 1,0 га пашні (Ercin et. al., 2012; Oliveira and Schneider, 2016).

Тому не випадково, соя вже багато років за її вирощування належить до стратегічних культур світового рослинництва, продукція сої задовольняє найбільш потреби у продуктах харчування та в якості кормів для тварин.

Сою можливо вирощувати для збагачення тваринних кормів білком в сумісних посівах з кукурудзою, цукровим сорго, сорго-суданковими гібридами (Нідзельський та інш. 2012).

Економічна ефективність сої та попит на сою у світі обумовлюється її цінним хімічним складом насіння: високим вмістом в бобах білка – 30–55%, жиру – 13–26%, вуглеводів – 20–32%, окрім цього вітамінів, мінеральних речовин, ферментів. У золі насіння сої спостерігається багатий вміст калію, фосфору, а окрім цього вітамінів (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР). За амінокислотним складом білок бобів сої найбільш наближений до білка людини (Бахмат та інш., 2013; Кудлай та інш., 2013).

З урахуванням високої білкової цінності та вмісту білків в насінні соя визначена міжнародною організацією ЮНЕСКО як стратегічна харчова культура (Камінський та Мосьондз, 2010).

Такий попит на насіння сої сприяв розширенню обсягів вирощування цієї культури у світі. Зараз сою вирощують понад чим у 90 країн.

Основна посівна площа сої сконцентрована в таких країнах як США, Бразилія, Китай, Аргентина, Індія (Трибель та Стригун, 2011).

Динаміка виробництва товарних бобів сої та її посівних площ визначаються попитом на культуру та має визначені такі тенденції. Як свідчать дані Kleffmann Group, загальна світова посівна площа сої у 2019 році досягала до 122 млн, га. 85% всіх посівних площ сої у світі зосереджені у п'яти країнах світу та становить близько 106 млн. га. Ці країни мають наступну посівну площу сої:

- ✓ Бразилія: 34 млн. га;
- ✓ США: 31 млн. га;
- ✓ Аргентина: 18 млн. га;

- ✓ Індія: 11 млн. га;
- ✓ Китай: 9 млн. га (Ritchie, 2021).

Посівна площа сої в Україні становить 1,550 млн. га і становить 1% від загальної посівної площі сої у світі.

За останні роки спостереження та аналізу обсяг світової торгівлі бобами сої зміг вирости від 132 до 152 млн. т. Найбільше ріст експорту +10,0% припадає на Бразилію (FAOSTAT, 2022).

До п'яти крупніших країн, що експортують боби сої належать країни:

- ✓ США: 45,6 млн. т;
- ✓ Аргентина: 8,0 млн. т;
- ✓ Парагвай: 5,9 млн. т;
- ✓ Канада: 4,25 млн. т. (MacroMicro, 2022; FAOSTAT, 2023).

Світове виробництво сої продовжує зростати, насамперед за рахунок збільшення посівних площ у країнах Латинської Америки та США. Велике зростання виробництва бобів сої зумовлено в першу чергу розширенням посівних площ під цією культурою сої, а також підвищенням врожайності нових сортів. Наприклад, зростання виробництва сої у державах, що розташовані в Південній Америці, пояснюється трикратним зростанням рівня врожайності та 200-кратним збільшенням посівних площ з 1960-х років (Fraanje and Garnett, 2020). Світовий сектор виробництва та переробки бобів сої забезпечує зайнятість для багатої кількості людей по всьому світу. Так, вирощування сої лише у США забезпечує пряму зайнятість для 280 000 фермерів (The Soy Hopper, 2020).

Події, що відбуваються у світі та в Україні, призвели до обмеження та експорту добрив, що сприяло різкому зростанню цін на мінеральні добрива та їх дефіциту. В результаті багато сільськогосподарських виробників у світі перейшли від виробництва пшениці, до вирощування сільськогосподарських культур менш інтенсивно вимогливим до споживання добрив, наприклад до

виращування такої культури як соя. Такий стан призвів ще до подальшого зростання посівної площі під соєю (Cross, 2002; Husain, 2022).

Однак на світовому ринку сої існують потенційні ризики, пов'язані зі зміною кліматичних умов та зміною попиту з боку основних імпортерів, таких як Китай. В результаті основним країнам-виробникам сої, таким як Бразилія, США, Аргентина та Китай, можливо, доведеться внести зміни до своїх стратегій виробництва сої, щоб забезпечити стабільний попит на світовому ринку Бразилію (FAOSTAT, 2023).

Різке збільшення виробництва та експорту сої у світі призвело не лише до соціально-економічних наслідків, а й призводить до серйозних екологічних наслідків, оскільки воно як безпосередньо, так і опосередковано викликає зміни у землекористуванні. Розширення виращування сої для задоволення попиту, що зростає, призвело до втрати життєво важливих екосистем, особливо в бразильській Амазонії та Серрадо (Bicudo Da Silva et al., 2020; Chain Reaction Research, 2022).

На фоні виращування сої та переробки насіння сої не до кінця та об'єктивно дана оцінка соціально-економічним та екологічним результатам виробництва сої як зернобобової культури (Nepstad et al., 2014; Gasparri and Waroux, 2015; Liu, J. et al., 2018).

Враховуючи зміни погодних умов вегетації, які можуть статися до кінця цього століття, в майбутньому прогнозується падіння врожайності сої, вкрай важливою проблемою у рослинництві становиться адаптація до зміни клімату у вигляді стратегій технологій виращування сої та створення нових та адаптованих до зміни клімату сортів, які будуть здатні витримувати під час вегетації стреси від спеки та вологи (Lesk et al., 2021). В цьому напрямку ведуться наукові дослідження в галузі біотехнологій для створення сортів сої, які будуть споживати в меншій кількості ресурсів середовища. Наприклад, аргентинські дослідники виявили ген соняшнику (Hahb-4), що підвищує харчову цінність (омега-3) та стійкість сої до посухи (Ribichich et.

al., 2020). Inari Agriculture виконує дослідження, які спрямовані на підвищення врожайності сої на 20% за одночасного зниження витрати вологи на формування врожайності (Hinch, 2022). Підтримка родючості ґрунту за рахунок мінімізації обробітку ґрунту, елементів сортової агротехніки також є важливою стратегією адаптації вирощування сої до зміни клімату (Jing et. al., 2017). Як азотфіксатор, соя в сівозміні може покращити родючість ґрунту без необхідності застосування азотних добрив, які є джерелом викидів парникових газів як з точки зору виробництва, так і застосування, що призводить до викидів закису азоту (Fraanje and Garnett, 2020).

Аналіз стану вирощування бобів сої та їх переробки показує актуальність та практичну необхідність проведення наукових досліджень з метою розробки елементів сортової агротехніки, спрямованих на забезпечення отримання якомога найвищої врожайності сортів сої.

1.2. Ботаніко-біологічні та фізіологічні властивості рослин сортів сої.

Зернобобова культура соя (*Glicine hispida* L.), яка вирощується для отримання рослинного білка та олії, це є однорічна рослина, що належить до сімейства соєвих (Flicaseae) і є однією з найпоширеніших стародавніх культур на земному шарі. Культура соя має походження та почала вирощуватися у Південно-Східній Азії і, як повідомляється з літературних джерел, почала вирощуватися як сільськогосподарська культура в Китаї 6000 років тому (Guo et. al., 2010).

Культурна соя має величезний екологічний поліморфізм на відміну від дикоростучих видів сої (рис. 1)



Рисунок 1. Дикорослі види сої.

Рослини диких форма сої мають довгі тонкі, виткі стебла, здатні цвісти та вегетувати протягом на протязі всього року, формують досить дрібне пігментоване насіння, боби, які розтріскуються. Рослини культурної сої (*G. max (L.) Merr.*) – це вже є трав'янисті однорічні рослини, який мають період вегетації, залежно від групи стиглості, від 70 до 250 діб (рис. 2).

Рослинам на початку росту властиві дуже ніжні стебло і листя на рослині (Лещенко та інш., 1987).

На сучасний час у виробництві знаходиться більше 2500 сортів сої.

Коренева система сої стрижнева із грубим головним коренем, добре розвинена і має велику кількістю довгих бічних коренів, які здатна проникати в ґрунт на глибину від 1,0 до 2,0 метрів.



Рисунок 2. Рослина культурної сої.

Корінь рослини розвивається переважно в орному шарі ґрунту, утворюючи велику кількість бічних коренів. Через 8-12 днів після сходів насіння сої на головному корені починають з'являтися перші сходи.

Через 7-10 діб після появи сходів сої на коренях рослин в місцях, де відбувається проникнення бульбочкових бактерій *Rhizobium japonicum*, починають формуватися бульбочки в яких фіксується вільний азот з повітря. Бульбочки поглинають молекулярний азот з повітря, задовольняючи потребу рослин в азоті і збагачуючи ґрунт сполуками азоту (рис. 3).

Кількість і розмір бульбочок на кореневій системі залежать від генотипу рослини, мікрофлори ґрунту та його родючості (Ergashovich et al., 2021).



Рисунок 3. Коренева система рослин сої.

Стебло рослини сої мають низьке або високе, залежно від типів ґрунту та кліматичних умов вирощування.

За морфологічними ознаками, всі частини рослини сої, окрім насіння та вінчика квіток, вкриті волосками білого або рудого забарвлення за різними відтінками кольору та густоти вкриття. Стебло рослини сої вкрите одношаровим епітелієм із товстим шаром кутикули.

Рослини сої в основному прямостоячі, має як горизонтальні, так і форми, що стеляться. Так само як висота рослини сої варіюється від 30 см до 200 см, так само і варіюється товщина стебла рослини. У деяких сортів товщина стебла рослини може становити 3-5 мм, у інших сортів – 9-11 мм, а у деяких сортів сої вона може становити навіть 20-22 мм.

Гіпокотиль проростків сходів рослини сої має зелене або антоціанове забарвлення. Найчастіше, якщо зелене забарвлення стебла інтенсивне (темне), то квітки на рослині сої білі, якщо забарвлення стебла рослини світло-антоціанове, квітки мають фіолетове забарвлення. Стебла більшості сортів сої вкриті світло-коричневим пір'ям. Стебла сої бувають неповними, проміжними та недобудованими залежно від характеру зростання шийки. На верхівці недобудованого стебла знаходиться листя, під листям знаходяться боби. На центральному стеблі рослини великі листя розміщуються на тій самій висоті, що й боби. Коли боби починають дозрівати, стебло рослини стає жовтим, світло-коричневим, або коричневим (Єрматова, 1989; Бобокулова та інш. 2015).

Листя рослини сої складні, з трьома пелюстками, розташованими на листовій смузі, які розташовані по черзі біля основи прикріплення листків до стебла. За аналізом анатомічної будови листя рослини соя посідає проміжне положення між ксероморфними та мезоморфним типами сільськогосподарських культур. Клітки палісадної тканини у нього видовжені та зімкнуті, губчата паренхима добре розвинена, рихла, з великою кількістю міжклітинників. Соя має різноманітну форму листків, вони можуть бути за формою – ланцетні, серцеподібні, овальні, округлі на зовнішній вигляд. Форма і розмір листя залежать від таких факторів, як температура, світло, вологість і мінерального живлення. Довжина листка на рослині сої від 5 до 10 см, в залежності від генотипу сорту та умов його вирощування. Ширина листів рослин сої може бути 3-10 см, довжина листа у різних сортів різна: 9-25 см, товщина 0,2-0,6 см. Одна рослина сої може мати 20-40 і більше листків. Кількість листя на одній рослині сої залежить від того, чи буде поверхня листа плоскою, товстою чи тонкою, м'якою чи твердою. Такі ознаки сої визначаються генотипом рослини. Ще однією характерною особливістю листя сої є те, що в міру дозрівання стручків на рослині, листя на рослині жовтіють і один за одним природним шляхом (Норбоева, 2019; Toshtemirovna and Ergashovich, 2022).

Рослини сої мають дуже дрібні квітки, які розташовані в пазухах листків. Квітки сої розташовані на коротких квітоніжках.

Кількість квіток у пазухах листків становить 20-24, розмір кожної квітки становить 5-6 мм.

Чашечка квітки п'ятизубчата та заввишки 5–6 м. Чашечка квітки складається з п'яти чашелистиків та має зелене забарвлення. Два верхніх зубця чашечки квітки зрослися повністю, а три нижніх зубця зрослися лише частково і вони довше перших зубців. Вінчик відноситься до метеликового типу, має біле або фіолетове забарвлення (рис. 4).

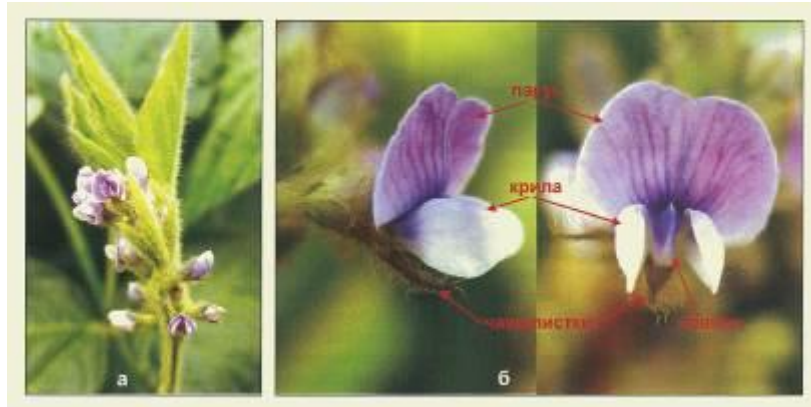


Рисунок 4. Забарвлення та частини квіток сої.

У вінчику є 10 тичинок, 9 тичинок зрослися разом, 1 тичинка вільна.

Верхні пелюстки квітів називаються кермовими, дві бічні пелюстки називаються крилатими, дві нижні пелюстки називають човником. Колір кермових пелюсток темніший, ніж крил і човника пелюсток, і розмір теж більший. Листя човника зростаються, а середина злегка зігнута.

Пилок квітів сої липкий, жовтого кольору (Adizova et. al., 2022; Norboeva and Хамрокulova, 2022).

Квіти сої непривабливі і не можуть привабити комах для запилення. Квітки сої є самозапильні, вони спочатку самозапильються, а вже потім розкриваються. Цвітіння рослин сортів сої починається з формування 6-10 листя. Період цвітіння сортів сої має, залежно від сорту, різний термін тривалості. Тривалість періоду цвітіння 17-30 діб у ранніх сортів сої, 60-80 діб у пізніх сортів. У деяких пізньостиглих форм сої та філогенетично старих форм сої тривалість періоду цвітіння може складати до 80–100 діб. Для рослин сої характерне опадання квіток на рослинах під час проходження періоду вегетації. Це негативно позначається на формуванні продуктивності рослин та врожайності посівів (Sharipjanovich et. al., 2021; Sharipjanovich, 2021).

Плід у сортів сої – багатогніздний біб, який за зовнішнім оглядом складається із двох половинок, які з'єднуються двома швами і містять від

двох до чотирьох насінин. За формою боби сої: прямі, зігнуті, іноді у сортів бувають серпо-подібні або плескаті боби за формою, із наявним загостреним кінчиком. 1–3 боби формуються у малоквіткових китицях рослини, 4–8 бобів та більше формуються у сортів багатоквіткових. Забарвлення бобів змінюється від пісочно–сірого до чорного. Висота прикріплення нижніх бобів над рівнем поверхні ґрунту, що визначає технологічні властивості сорту, коливається від 2–3 см до 20–25 см, залежно генотипу сорту, умов та технології вирощування. Ефективне механізоване збирання посівів сої без втрат врожаю забезпечує висота прикріплення нижніх бобів на рослинах над рівнем поверхні ґрунту 10–15 см (Mazur, 2023).

Сої властиве насіння за формою буває кулясте, округло–випукле, овальне, оvoidно-видовжене, оvoidно–плескате (рис. 5).



Рисунок 5. Плід та насіння сої.

Оболонка сої може мати за основним забарвленням забарвлення – жовте, жовто–зелене, зелене, світло-коричневе, коричневе, темно-коричневе, чорне. Сім'ядолі жовті або зелені, а рубчик може бути чорним, коричневим, темно-жовтим або світло-жовтим. Насіння сої має плямистість різної форми забарвлення. Інтенсивність забарвлення насінневої оболонки, пігментація, блиск насіння сої залежить від умов досягання перед проведенням збирання та умовами збереження насіння після закінчення збирання. За часом

збереження насіння насіннева оболонка сої втрачає блиск, а тим часом забарвлення насіння тьмяніє (Sun and Yuan, 2022).

Насіння посівів сортів сої дозрівають протягом 3-4 місяців після появи сходів і зрозуміло вимагають своєчасного збирання, щоб уникнути надмірних втрат урожаю під час збирання. Збирання посівів сої можна починати, коли близько 85% стручків стали коричневими для неосипаючих сортів і 80% для сортів, що обсипаються (Dugje et. al., 2009).

За біологічними властивостями соя відноситься до культур мусонного клімату. Тому, рослини сої характеризуються підвищеними вимогами до забезпечення посівів теплом та вологою.

Вимоги рослин сої в теплових ресурсах збільшується від фази проростання насіння до появи сходів, далі вимоги до температури в період вегетації до цвітіння і формування насіння, під час дозрівання в зменшуються. Насіння починає проростати при температурі 8–10⁰С, проте за таких теплових умов сходи сої з'являються через 20–30 днів, при температурі 14–16⁰С сходи з'являються через 7–8 днів, а при температурі 20–22⁰С сходи сої на посівах з'являються через 4–5 днів.

В період вегетації, коли відбуваються фази від цвітіння рослин до їх повної стиглості насіння сортів сої надходить $\frac{2}{3}$ всіх теплових ресурсів середовища, якого так необхідно для розвитку та формування врожайності, зі спостережуваними відхиленнями температури повітря залежно від особливостей сортів і умов вирощування. Спостережуване зниження температури повітря в період вегетації на 0,5⁰С може затримувати цвітіння на 2-3 доби. На посівах сортів сої за температурою повітря в межах +15-19⁰С насіння досягає за 10-15 діб, а за більш високої температури повітря насіння досягає за 6-8 діб. При наявності зниження температури повітря цей час розвитку рослин сої до меж +10-13⁰С листки на рослинах сої поступово жовтіють, досягання насіння затримується до 18-20 діб.

При підвищенні середньодобової температури повітря на початку періоду вегетації рослин сої до 24–25⁰С спостережується уповільнення ростових процесів рослин, а при високій температурі повітря в межах 35–37⁰С спостерігається негативний вплив температурного режиму повітря на впливає на ріст, розвиток рослин сої, утворення бульбочок на кореневій системі рослин сої. В період вегетації температурний оптимум для росту рослин сортів сої знаходиться в межах 18–22⁰С, для формування репродуктивних органів рослин він знаходиться в межах 21–23⁰С, для проходження рослинами стадії цвітіння знаходиться в межах 22–25⁰С, в стадії формування бобів оптимальний режим температури повинен бути в межах 20–23⁰С, при досяганні насіння знаходиться в межах 18–20⁰С. Рослини сої досить легко виносять наявність появи весняного приморозку до температури -2,5⁰С. Рослини сої виносять наявність появи осіннього приморозку до -3⁰С. Така температура повітря не має негативного впливу на врожайність насіння сортів сої. Поява приморозків восени в межах -4,0-4,5⁰С призводить до сильного промерзання листків, боби на рослинах гинуть (Паламарчук та інш., 2011; Поліщук та інш., 2019).

Соя відноситься до вологолюбних культур, на формування врожайності насіння посіви сортів використовують значно більше ґрунтової води, ніж зернові колосові культури. Коефіцієнт транспірації у сортів сої коливається в межах від 400 до 1000.

Оптимальна вологість ґрунту в період вегетації повинна бути не нижче 70–80%, а на момент досягання – 60% від найменшої вологості. Соя – культура з диференційованою потребою у воді. Від сходів до цвітіння потреба в волозі порівняно велика, а найінтенсивніше водоспоживання спостерігається в фазу цвітіння і формування бобів.

Наявність та доступність ґрунтової вологи для рослин сої важлива, особливо на двох етапах розвитку: проростання насіння – сходи рослин (VE-VC) та цвітіння (R1-R2) – налив насіння (R5) (рис. 6)

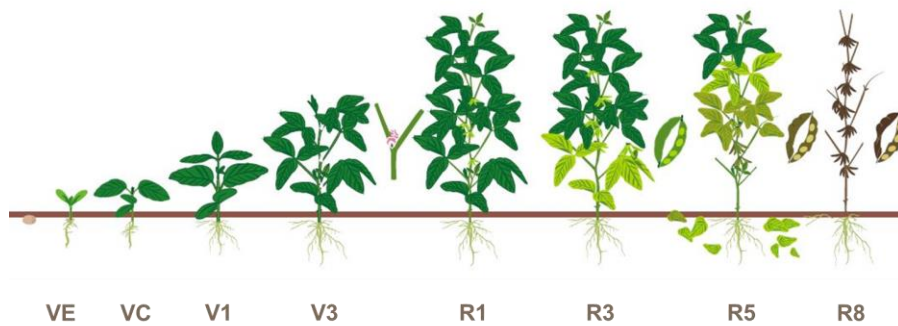


Рисунок 6. Етапи розвитку сої.

В період цвітіння не бажано для рослин значна кількість випадіння опадів, так як підвищена вологість ґрунту у цю стадію розвитку обумовлює значне опадання кількості квіток, що призводить до зниження врожайності насіння. У стадії утворення насіння і наливу насіння навпаки бажана підвищена вологість повітря і ґрунту. При низькій вологості ґрунту в цю стадію розвитку та формування врожайності насіння в бобах на рослинах не утворюється і відбувається опадання з рослин вже сформованих бобів.

В той же час, надмірний дефіцит вологи, посуха під час цвітіння та наливу насіння можуть спричинити фізіологічні зміни рослин сої, такі як закриття продихів і, як наслідок, передчасне опадання листя та квітів, значне зниження врожайності. Загальна потреба сої у воді (для отримання максимального рівня врожайності) варіюється за період вегетації, залежно від кліматичних умов вирощування, управління культурою в агроценозі та тривалості періоду вегетації. З метою мінімізувати наслідки дефіциту вологи у ґрунті, рекомендується виробникам використовувати сорти, які адаптовані до регіону та ґрунту зони вирощування; своєчасне проведення сівби (менший кліматичний ризик) за оптимальних умов вологості ґрунту; та застосовувати методи управління агроценозом сортів, які покращують збереження ґрунтової води. Поєднання в період вегетації високих температур із періодами високої вологості може призвести до низької якості насіння (Кириченко та інш. 2016). Низька вологість робить насіння більш чутливим

до механічних пошкоджень під час збирання врожаю. Низькі температури під час збирання врожаю у поєднанні з високою вологістю можуть викликати затримку збирання врожаю, а також затримку зелених стебел та листя (Kranz and Specht, 2012; Yonts et. al., 2008; Циганська та Циганський, 2019).

У міру того, як стрес, спричинений дефіцитом ґрунтової вологи, стає більш сильним, тривалим і частим, цей інгібуючий фактор у формуванні врожайності стає більш значним (Pramono et. al., 1993; Zen et. al., 1993; Rosadi and Darmaputra, 1998; Dong et. al., 2019).

Соя за своїми властивостями належить до культур, які є типовими рослинами короткого дня. У більшості сортів сої тривалість дня для оптимальна росту та розвитку рослин знаходиться в межах становить 13–16 годин. Проведеними дослідженнями встановлено, що у генотипів сої відмічена внутрішньовидова мінливість відповідно реакції генотипу на тривалість дня. Оптимальний фотоперіод у кожного генотипу сої обумовлений походженням генотипу. Сорти, що створені на основі гентипів з південних широт, у більшості є пізньостиглими з чітко вираженою тривалістю короткого дня, на основі генотипів з північних широт сорти в основному є середньостиглі та скоростиглі із менш вираженою короткоденністю в період вегетації. Завдяки роботі селекціонерів розроблено та створено сорти сої, які мають нейтральну та слабо виражену реакцію на зміну тривалості дня, що в значній мірі сприяє розширенню ґрунтово-кліматичних зон вирощування сої (Harrison et. al., 2020; Su by Yahan et. al., 2023; Паламарчук та інш., 2012; Білявська та інш. 2021).

Тип ґрунту та фізико-механічні властивості ґрунту, такі як структура, консистенція, пористість та щільність, впливають на зростання та розвиток рослин сої. Так, у міру збільшення об'ємної густини ґрунту відбувається зниження врожайності сої (Beutler et. al., 2005). Проведені дослідження показують, що об'ємна щільність ґрунту збільшується в міру збільшення вмісту фракції глини у складі ґрунту. На ущільнених глинистих ґрунтах із

щільністю орного шару 1,29-1,34 г/см³ відзначається значне зниження врожайності та відбувається найнижчі рівні формування продуктивності (Botta et. al., 2004; Rismaneswati, 2006; Suriadi et. al., 2021).

В технології вирощування сої при застосуванні різних елементів сортової агротехніки необхідно приймати то уваги той фактор що, коли ґрунт не насичений, концентрація кисню не є обмеженням, але проростання насіння не відбудеться в затопленому ґрунті через прояв дефіциту кисню в посівному шарі ґрунту. Дослідження також показують, що рослини сої загалом дуже сприйнятливі до насичення ґрунту та безкисневих умов, що може спричинити пошкодження кореневої системи рослин сої та в деяких випадках припинення росту рослини та формуванню низької врожайності (Boru, 2003).

Доступність поживних речовин може сильно залежати від рН ґрунту. Кислотність ґрунту часто є підступним процесом деградації ґрунту, що розвивається повільно; хоча такі індикатори, як падіння врожайності, зміна кольору листя у сприйнятливих рослин та відсутність реакції на добрива, можуть вказувати на те, що рН ґрунту знижується до критичних рівнів. Кислотність ґрунту впливає на корисні мікроорганізми, знижує зростання коренів, що обмежує поглинання поживних речовин і води [5], отже, призводить до поганого зростання рослин та врожайності

Таким чином, рівень кислотності ґрунту є важливим фактором життєдіяльності посівів сої. рН ґрунту при вирощуванні сортів сої повинен бути в межах 6,2-7,0 рН. Рівень кислотність нижче 5,5 рН є критичною для рослин сої. При такому рівні кислотності ґрунту з метою підвищення кислотності в технології вирощування застосовують мінеральне добриво у співвідношенні NPK 9:18:22 (Паламарчук та інш., 2010; Delhaize et. al., 2007; Bedassa et. al., 2022).

Важливим фактором в технології вирощування сої є дотримання розміщення цієї культури у сівозмінах.

Вирощування сої як монокультури в багатьох країнах світу негативно впливає на середовище вирощування культури та біорізноманіття, призводить до розповсюдження хвороб та до зростання інфекційного фону (Kidane et. al., 2012; Xiang et. al., 2010). При застосуванні інтенсивних механічних агроприйомів на фоні монокультури відбувається посилення ерозійних процесів ґрунту, а інтенсивний обробіток ґрунту призводить до серйозного виснаження його родючості. До того ж, з точки зору соціальних аспектів, вирощування сої для задоволення світового попиту також є причиною масової вирубки лісів в країнах Латинської Америки: у Бразилії, Аргентині та Парагваї (Steinfeld et al., 2006).

Інший фактор – це є доцільність вирощування геномодифікованих сортів сої. Дискусія про вплив ГМ-культур на довкілля складна, і не має одної думки серед вчених та виробників відповідно доцільності вирощування таких сортів. Дотримання принципу фактичного скорочення використання гербіцидів через застосування стійких до гліфосату сортів сої оспорується. Виявлене деякими дослідниками зменшення застосування гербіцидів суцільної дії на 10%, можна вважати або надто скромним (або пов'язаним з факторами, відмінними від сортів ГМ-сої), або значним, через великі посівні площі вирощування сої. Інші дослідники вважають, що стійкі до гербіцидів сорти сої можуть мати непрямі екологічні переваги, заохочуючи виробників сільськогосподарської продукції використовувати методи нульової обробки або консерваційної обробки ґрунту, які приводять до зниження руйнування ґрунтів від ерозійних процесів та обумовлюють скорочення споживання палива (Edwards et al., 2009). Спостерігається спонтанний, опосередкований пилом при запиленні рослин потік генів, але він вважається занадто обмеженим, щоб бути проблемою в селекції. Проте потік генів через насіння дуже може бути ймовірним. Інтрогресія трансгенів у дикі види сої в Китаї та Кореї, хоч і можлива, також вважається занадто обмеженою, щоб викликати реальне занепокоєння (Owen, 2009).

Ураховуючи такі аспекти вирощування сої, як біологічні властивості, особливості вирощування ГМ-сортів, становиться актуальним проведенням дослідів по вивченню впливу елементів сортової агротехніки на формуванню врожайності агроценозами сортів сої.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження.

Кліматичні умови західного Лесостепу (Полісся) України має помірний, вологий характер, характеризується в основному переважанням перенесення атлантичного повітря з боку Атлантики. Внаслідок чого із заходу на схід кліматичної зони збільшується його континентальність.

Західна частина Полісся відрізняється підвищеною похмурістю в літній вегетаційний період, коротким прохолодним літом, м'якою за температурою зимою та надмірною кількістю випадіння опадів. Середня температура січня становить $-4, -5^{\circ}\text{C}$. Найнижчі температури повітря відзначаються зниженнях рельєфу цієї кліматичної зони.

Сніговий покрив західного Лесостепу становить до 15-20 см. Руйнування та схід снігового покриву починаються на заході полісся раніше, ніж на сході Полісся.

Перехідні сезони (весна та осінь) у західній частині Лесостепу затяжні, оскільки затоку вологого морського повітря помірних широт супроводжується великою хмарністю та опадами, які перешкоджають прогріванню повітря навесні в період проведення весняно-польових робіт та охолодженню повітря восени. Весняні заморозки у західній частині Лесостепу припиняються близько третій декаді квітня. Найпізніші календарні дати заморозку відмічаються у другій - третій декадах травня.

Перші осінні заморозки західного Лесостепу припадають орієнтовано на початок жовтня. Тривалість безморозного періоду в середньому триває 150-165 днів.

У літній період найнижчі температури повітря відзначаються у липні і становить $17-18^{\circ}\text{C}$.

Річна сума опадів коливається в межах 500-600 мм. Опади протягом року розподілені нерівномірно. У теплий період року випадає в середньому

70% від загальної кількості опадів, інша кількість опадів близько 30% від загальної кількості опадів посідає в холодний період року.

Найменша кількість місячна сума опадів зазначаються за період січень – березень.

У західному Поліссі іноді спостерігаються в період вегетації посухи та суховії.

Клімат західного Лісостепу є помірно континентальний. Середня річна температура становить цієї кліматичної підзони 7-8°C.

Ґрунт дослідної ділянки господарства, де виконувалися досліді, був представлений чорноземом звичайним опідзоленим. Вміст гумусу (органічної речовини ґрунту) в орному шарі 0–30 см становив 4,4%, рН водної витяжки ґрунту рівнялося показникам 6,9–7,2 (реакція ґрунтового розчину ґрунту була нейтральна), рН_{буф} знаходилася на рівні – 7,2. Кількість нітратного азоту NO₃ досить висока для цього типу ґрунтів і рівнялася 21,0 мг/кг (метод Тюрина – Кононової), вміст фосфору P₂O₅ був середній і становив 26 мг/кг ґрунту (метод Труога), вміст в орному шарі ґрунту обмінних сполук калію – 75 мг/кг (метод Бровкіної). Показники ступеню насиченості основами знаходилися в межах 95 %.

Насиченість ґрунту мікроелементами, які є необхідними для росту та розвитку рослин, низька і становить: магній 6%, кальцій 92%, калій 2%. Вміст у ґрунті сірки S коливався в межах від 10 до 12 мг/кг ґрунту.

2.2. Методика досліджень.

Досліди виконували у фермерському господарстві «Медобори» західного Полісся.

Попередник для сої в дослідах – озима пшениця.

Приєм основного обробітку ґрунту – оранка на глибину 20-22 см.

Навесні проводили закриття вологи ґрунту, з метою для захисту посіві сої від бур'янів застосовували ґрунтовий гербіцид «Харнес» у нормі 2,0 л/га під передпосівну культивуацію.

Строк сівби – сівбу сортів сої виконували при прогріванні верхнього посівного шару ґрунту до +12°C. Сою висівали в дослідах з шириною міжряддя 15, 45, 70 см залежно від схеми досліду. Глибина загортання насіння складала 4-5 см.

При виконанні магістерської роботи досліди були спрямовані на вивчення впливу норм висіву насіння та ширини міжряддя на продуктивність та врожайність сортів сої

Закладку дослідів виконували методом рендомізованих ділянок.

Повторення в досліді трикратне. Загальна площа дослідної ділянки складала 50,0 м², облікова площа ділянки складала 25,0 м².

Фенологічні спостереження при проведенні досліджень виконували протягом періоду вегетації рослин сої. При фенологічних спостереженнях відзначали терміни настання основних фаз вегетації рослин сої в період вегетації: сходи, розгалуження, бутонізація, цвітіння, утворення бобів на рослинах, строки настання воскової та повної стиглості рослин в посівах.

Фотосинтетичну активність посівів сортів сої визначали за методом, запропонованим та розробленим А.А. Ничипорович.

Збирання врожайності з дослідної ділянки варіантів виконували з використанням однофазного способу збирання посівів при настанні повної стиглості насіння на рослинах при вологості насіння в межах 12-16%. Висота зрізу рослин сої становила з висотою 8-10 см від поверхні ґрунту.

Урожайність ділянки розраховували при приведенні вологості насіння до 14,0%.

Схема досліду по вивченню впливу норм висіву на врожайність сортів сої наведена в таблиці 1.

Таблиця 1.

**Схема досліду по вивченню впливу норми висіву насіння на
врожайність сортів сої**

Сорт	Норма висіву насіння , тис./га		
Паллада	400 (контроль)	600	800
Титан	400	600	800
Чураївна	400	600	800
Азимут	400	600	800

Дослід виконувався на фоні сівби сої з шириною міжряддя 70 см. Схема досліду по вивченню впливу ширини міжряддя на врожайність сортів сої наведена в таблиці 2.

Таблиця 2.

**Схема досліду по вивченню впливу ширини міжряддя на
врожайність сортів сої**

Сорт	Ширина міжряддя, см		
Паллада	70 (контроль)	45	15
Азимут	70	45	15

Характеристика сортів сої, що досліджувалися в дослідах:

Паллада – Сорт ранньостиглої групи. Має вегетаційний період – від 103 діб до 115 діб. Потенціальна врожайність складає 2,6 т/га - 3,0 т/га. Тип використання сорту є зерновий.

Титан – сорт відноситься до ранньостиглих. Вегетаційний період сорту варіює в межах 110-115 діб. Потенційна врожайність сорту 3,2-3,5 т/га. Тип використання сорту – зернове використання.

Чураївна – сорт середньоранньої групи стиглості. Вегетаційний період сорту має варіювання в межах 115-120 діб. Генетичний потенціал врожайності сорту сягає до 2,48 т/га. Тип використання сорту є зернове використання.

Азимут – сорт належить до середньостиглої групи. Сорт має варіювання вегетаційного періоду в межах 107-125 діб. Генетичний потенціал врожайності сорту знаходиться на рівні 3,3-3,6 т/га. Тип використання сорту – зерновий тип.

Статистичний обробіток отриманих результатів дослідження виконували відповідно методів Аксьонов та інш. (2023).

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ

3.1. Врожайність сортів сої при застосуванні різних норм висіву насіння.

Проведеними дослідженнями встановлено, що збільшення норми висіву та відповідно зростання щільності рослин приводило до зниження польової схожості насіння у всіх сортів сої. Збільшення норми висіву схожого насіння чинило зниження польової схожості насіння у сорту Паллада на 1,8-6,7%, у сорту Титан на 1,5-3,1%, у сорту Чураївна на 1,5-5,9%, у сорту Азимут на 2,0-3,6% (табл. 3).

Таблиця 3.

Вплив норми висіву та щільності агроценозу сортів сої на польову схожість насіння та виживання рослин, 2023-2024 рр.

Сорт	Норма висіву схожого насіння сорту, тис./га	Польова схожість насіння сорту, %	Кількість рослин в агроценозі сорту, тис./га		Процентне виживання рослин в агроценозі, %
			після появи сходів	перед проведенням збирання посівів	
Паллада (контроль)	400 (контроль)	94,8	379	357	94,2
	600	93,0	558	514	92,1
	800	88,1	713	654	91,7
Титан	400	91,0	364	345	94,8
	600	89,5	537	498	92,7
	800	87,9	703	634	90,2
Чураївна	400	93,7	375	352	93,9
	600	92,2	553	503	91,0
	800	87,8	702	633	90,2
Азимут	400	94,0	376	357	95,0
	600	92,0	552	514	93,1
	800	90,4	723	652	90,2

Найменше зниження польової схожості від фактору підвищення норми висіву у 1,5-3,1% відмічено у сорту сої Титан. Найвищий процент польової схожості насіння 94,8 і 94,0 % зафіксовано у сортів Паллада та Азимут при контрольній нормі висіву 400 тис./га насіння.

За період проходження сортами періоду вегетації спостерігалось зниження рівня виживання рослин сортів сої в агроценозах від загущення при більш високих нормах висіву. Найбільш високий процент виживання рослин за вегетацію 94,2 та 95,0% також було у сортів Паллада та Азимут при нормі висіву насіння 400 тис./га.

Збільшення норми висіву насіння від 400 до 600 тис./га обумовлювало зниження виживання рослин у сорту Паллада на 2,1-2,5%, у сорту Титан на 2,1-4,6%, у сорту Чураївна на 2,9-3,7%, у сорту Азимут на 1,9-4,8%. Найбільше зниження виживання рослин 4,6 та 4,8% за нормою висіву насіння 800 тис./га було у сортів Титан та Азимут.

Конкуренція між рослинами сортів в агроценозах за фактори життя при більш високих нормах висіву насіння починає відбуватися на перших етапах росту і розвитку рослин і призводить до зниження польової схожості насіння та виживання рослин протягом вегетації. Рівень зниження виживання рослин від загущення рослин в агроценозі обумовлюється генотипом сортів.

Важними кількісними ознаками, які визначають технологічність сортів сої, при формуванні врожайності насіння є висота рослин та висота прикріплення нижніх бобів на рослині.

З підвищення норми висіву насіння та зростанням кількості рослин в агроценозі у всіх сортів сої спостерігається збільшення висоти рослин та висоти прикріплення нижніх бобів на рослинах сої. Підвищення норми висіву обумовило одночасно підвищення висоти рослин у сорту Паллада на 6,8-14,5 см, у сорту Титан на 4,0-7,6 см, у сорту Чураївна на 4,6-9,5 см, у сорту Азимут на 4,3-7,5 см (табл. 3). Найвищий рівень збільшення висоти рослин 6,8-14,5 під дією елемента сортової агротехніки загущення посівів спостерігалось у сорту Паллада. Інші сорти практично на одному рівні збільшували висоту рослин під дією цього елемента сортової агротехніки.

Таблиця 3.

Вплив норми висіву та щільності агроценозу сортів сої на висоту рослин та висоту прикріплення нижніх бобів на рослині, см, 2023-2024 рр.

Сорт	Норма висіву схожого насіння сорту, тис./га	Висота рослини, см	Висота прикріплення нижніх бобів на рослині, см
Паллада (контроль)	400 (контроль)	85,8	14,7
	600	92,6	15,4
	800	100,3	18,1
Титан	400	71,7	15,7
	600	75,7	18,3
	800	79,3	21,9
Чураївна	400	89,5	15,1
	600	93,6	17,3
	800	98,0	21,1
Азимут	400	69,8	11,3
	600	74,1	13,7
	800	77,3	16,9
НІР ₀₅ норма висіву сорт		3,7 4,4	1,5 2,3

Зміна кількісної ознаки висота прикріплення нижнього бобу при загущенні агроценозів в значній мірі визначалася реакцією генотипу на зміну умов вирощування рослин. У сорту Паллада помітне зростання висоти прикріплення нижніх бобів на 22,4% спостерігалось лише при збільшенні норми висіву насіння до 800 тис./га. Сорти Титан та Чураївна мали однакову реакцію на зміну умов вирощування при загущенні, які впливали на збільшення висоти прикріплення нижніх бобів. Висота прикріплення нижніх бобів при збільшенні норми висіву від 400 тис./га до 800 тис./га у цих сортів знаходилася в межах 14,6-39,7%. Більш значна реакція на зміну прояви ознаки «висота прикріплення нижніх бобів» була характерна сорту Азимут. У сорту Азимут збільшення норми висіву до 800 тис./га обумовлювало зростання висоти прикріплення нижніх бобів на 21,2-49,5%, що сприяло покращенню технологічних властивостей сорту при його збиранні.

Зміна умов вирощування під дією різної норми висіву чинила вплив на зміну показників продуктивності рослин, які безпосередньо визначають рівень формування врожайності сортів сої.

Значно в меншій мірі варіювала кількісна ознака сої кількість насінин в одному бобі. Підвищення норми висіву не впливала на зміну цього показника у сортів Паллада та Титан. Достовірно зниження кількості насінин в одному бобі під впливом загущення агроценозу на 0,13 шт. У сорту Чураївна відмічено при нормі висіву 800 тис./га, у сорту Азимут при збільшенні норми висіву до 600 тис./га (табл. 4).

Таблиця 4.

Прояв кількісних ознак продуктивності сортів сої залежно від норми висіву, см, 2023-2024 рр.

Сорт	Норма висіву схожого насіння сорту, тис./га	Наявність кількості на рослині, шт.			Вага насіння однієї рослини, г
		насіння	бобів	насіння у бобі	
Паллада (контроль)	400 (контроль)	47,1	29,8	1,58	6,7
	600	37,3	23,5	1,59	5,5
	800	29,5	18,6	1,56	4,4
Титан	400	52,0	31,8	1,64	7,4
	600	35,1	21,9	1,60	5,6
	800	24,9	15,9	1,57	4,0
Чураївна	400	48,6	23,1	2,10	4,9
	600	45,1	22,9	2,10	4,5
	800	40,2	21,0	1,97	4,1
Азимут	400	57,0	28,5	2,00	8,8
	600	49,9	26,6	1,88	7,4
	800	39,8	21,5	1,85	6,5
НІР ₀₅ норма висіву сорт		7,7 4,3	3,5 3,4	0,11 0,23	0,9 0,7

Більш в значній мірі відбувалося під дією загущення агроценозу зниження кількості насіння у всіх сортів. Збільшення норми висіву від 400 до 800 тис./га призвело до зменшення кількості насіння на одній рослині у сорту Паллада 9,8-17,6 г (20,8-37,4%), у сорту Титан на 16,9-27,1 г (32,5-52,1%).

У сортів Чураївна та Азимут, як і відповідно до зміни ознаки кількість насінин в одному бобі, зниження кількості насіння на одній рослині відбувалося при максимальній нормі висіву 800 тис. насінин/га. За цією нормою висіву зниження кількості насінин на рослині у сорту Чураївна склало 8,4 г (17,3%), у сорту Азимут було більш значне зниження 17,2 г (30,2%).

Сорт Титан характеризувався сильною реакцією на загущення посівів. У сорту Титан зафіксовано найвищий рівень зниження кількості насінин на одній рослині 52,1% за нормою висіву насіння 800 тис./га.

Динаміка зміни кількісної ознаки кількість насінин на рослині відображена на рис. 7.

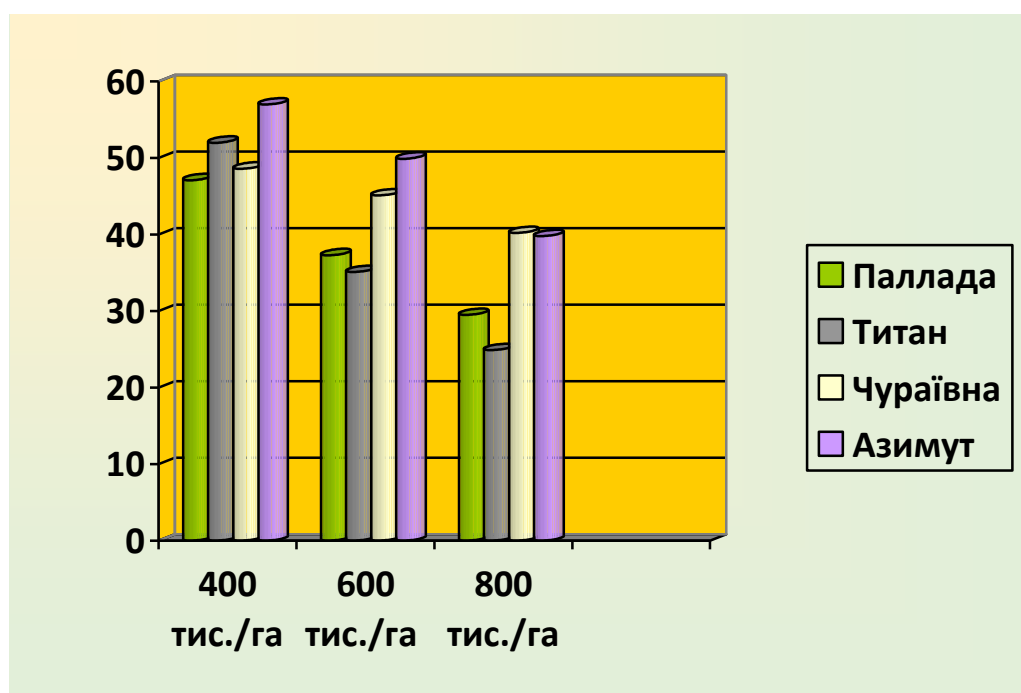


Рисунок 7. Кількість насінин на одній рослині за різною нормою висіву схожого насіння, шт. на 1 рослині сорту сої, 2023-2024 рр.

Таким чином, яка показує аналіз отриманих даних кількість насінин на одній рослині сортів сої залежить від кількості бобів на одній рослині, генотипових особливостей сорту, реакції сорту на зміну умов вирощування.

Підвищення норми висіву та одночасне збільшення кількості рослин в агроценозі не приводило до зниження ваги насіння однієї рослини у сорту Чураївна. У цього сорту вага насіння однієї рослини за всіма нормами висіву знаходилась практично на одному рівні 4,9-4,1 г при $НП_{05}$ 0,9 г за фактором досліду норма висіву.

Інші сорти малу сильну реакцію на загущення агроценозу при збільшенні норми висіву.

Збільшення норми висіву призвело до зменшення ваги однієї рослини у сорту Паллада на 1,2-2,3 г (що склало процент зниження 17,9-34,3%), у сорту Титан на 1,8-3,4 г (процент зниження 20,0-45,9%), у сорту Азимут на 1,4-2,3 г (процент зниження склав 15,9-26,1%).

Найвищий рівень зниження ваги насіння на одній рослині під дією загущення агроценозу 45,9% був властивен сорту Титан.

Максимальну вагу насіння однієї росини 8,8 г формував сорт Азимут за контрольною нормою висіву 400 тис./га. За максимальною нормою висіву 800 тис./га найвищу масу насіння однієї рослини 6,5 г формував сорт Азимут. Підвищення норми висіву насіння від 600 тис./га до 800 тис. насінин/га не приводило до зниження маси насіння у сорту Азимут.

Рисунок 8 показує характер зміни кількісної ознаки – вага насіння однієї рослини сортів сої, що досліджувалися в досліді.

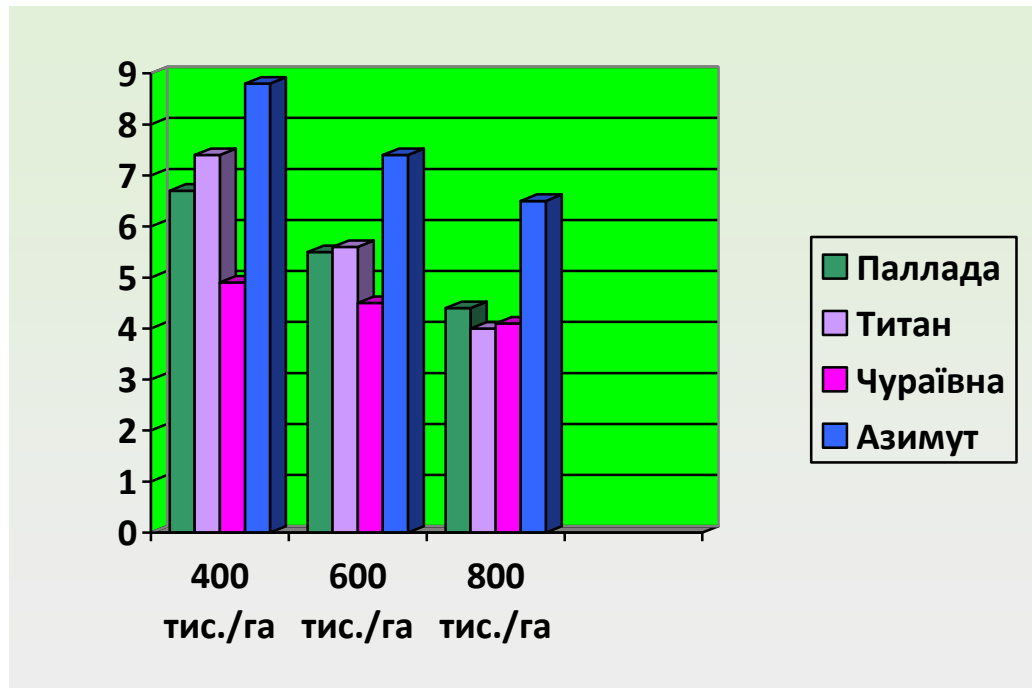


Рисунок 8. Вага насіння однієї рослини за різною щільністю агроценозів сортів сої, г, 2023-2024 рр.

Таким чином, різна щільність агроценозів створювала неоднакові умови для формування кількісних ознак продуктивності рослин сої, що і визначало різний прояв елементів продуктивності залежно від реакції сорту на зміну норми висіву.

Згідно проведених на способи сівби та норми висіву та визначення ролі цього елемента сортової агротехніки можна зробити висновки по впливу загушення агроценозу на врожайність сортів сої в умовах західного Полісся.

Сорти сої Чураївна та Азимут мали позитивну реакцію на збільшення норми висіву схожого насіння та кількості рослин в агроценозі.

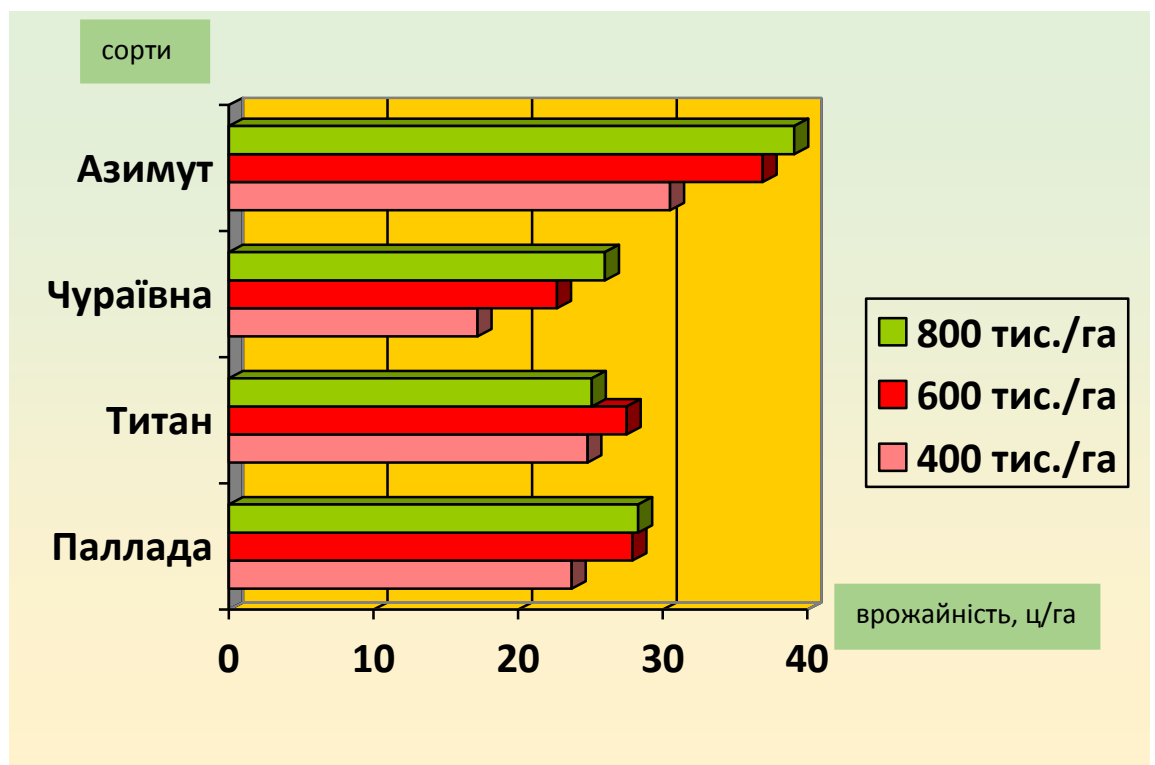
Загушення агроценозів від норми висіву насіння 400 тис./га до 800 тис./га сприяло підвищенню врожайності у сорту Чураївна на 5,5-8,8 ц/га, у сорту Азимут 6,4-8,6 ц/га (табл. 5). Сорти Чураївна та азимут за нормою висіву 800 тис./га формували найвищий рівень врожайності 26,0 ц/га і 39,1 ц/га відповідно.

Таблиця 5.

**Формування врожайності сортами сої за різною нормою висіву
схожого насіння, ц/га, 2023-2024 рр.**

Сорт	Норма висіву насіння, тис./га		
	400 (контроль)	600	800
Паллада (контроль)	23,7	27,9	28,3
Титан	24,8	27,5	25,1
Чураївна	17,2	22,7	26,0
Азимут	30,5	36,9	39,1
НІР ₀₅ норма висіву сорт	1,2 1,4		

Сорт сої Паллада підвищував врожайність при збільшенні норми висіву насіння до 600 тис./га 4,2 ц/га у порівнянні з агроценозами, які вирощувалися за контрольною нормою висіву (рис. 9).



**Рисунок 9. Формування врожайності сортами сої за різною нормою
висіву насіння, ц/га, 2023-2024 рр.**

Підвищення норми висіву насіння до 800 тис./га не сприяло зростанню врожайності у сорту Паллада. Сорт Паллада формував однаковий рівень врожайності за нормою висіву 600 та 800 тис./га. Збільшення кількості рослин в агроценозі не компенсувало зниження ваги насіння однією рослиною при збільшенні норми висіву.

Сорт Титан при підвищенні норми висіву до 600 тис./га формував більший рівень врожайності на 2,7 ц/га, ніж в агроценозах з нормою висіву 400 тис./га. Подальше підвищення норми висіву до 800 тис./га призводило до зниження рівня врожайності і сорт формував врожайність 25,1 як і на контрольній нормі висіву.

Таким чином застосування норми висіву як елемента сортової агротехніки дає змогу керувати рівнем отриманої врожайності сортами сої залежно від норми реакції сорту на зростання кількості рослин в агроценозі.

3.2. Вплив ширини міжряддя на формування врожайності сортами сої.

Продуктивність сортів сої значною мірою визначається темпами наростання асиміляційної поверхні та фотосинтетичною діяльністю рослин в агроценозі. За рахунок процесів фотосинтезу в листях сої до створюється 90-95% сухої речовини рослин.

Одним з основних факторів, який значно впливає на врожайність сортів сої, є площа листової поверхні рослини, яка в свою чергу визначається застосованою шириною міжряддя як елемента сортової агротехніки в технології вирощування.

В нашому досліді максимальна площа листя у сортів сої Паллада Азимут відмічалася у фазі повного наливу насіння. Більш інтенсивне формування листової поверхні у сортів сої спостерігалось у фази цвітіння рослин та утворення бобів на рослинах.

Вирощування сортів сої з шириною міжряддя 15 см сприяло максимальному формуванню листової у сортів сої. Площа листової поверхні у фазі налива насіння сорту Паллада на цій ширині міжряддя склала 43,1 тис. м²/га, сорту Азимут 50,9 тис. м²/га (табл. 6).

Таблиця 6.

Асиміляційна поверхня сортів сої при вирощуванні з різною шириною міжряддя, тис. м²/га, 2023-2024 рр.

Фаза розвитку	Сорт Паллада			Сорт Азимут		
	ширина міжряддя			ширина міжряддя		
	15	45	70	15	45	70
третій трийчатий лист	5,9	4,9	5,0	6,9	6,0	5,9
цвітіння	22,2	21,1	20,9	21,2	20,1	20,0
утворення бобів	36,4	35,2	33,9	43,2	41,3	39,2
налив насіння	43,1	40,8	39,7	50,9	48,0	46,1

Сорт Азимут за всіма варіантами застосування ширини міжряддя формував більшу асиміляційну поверхню агроценозів, ніж сорт Паллада.

Аналіз отриманих даних досліджень показує, що розвиток асиміляційної поверхні (листового апарату рослин) є характерною відмінністю досліджуваних сортів. Ранньостиглий сорт сої Паллада формував меншу кількість листя на рослинах і відповідно меншу їх поверхню, ніж середньостиглий сорт Азимут, який і ще характеризувався більш тривалим періодом вегетації.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) сортів, який в наших дослідках визначався площею листової поверхні агроценозів, був одним із основних показників, які характеризують фотосинтетичну діяльність агроценозів сортів протягом періоду вегетації період вегетації. Умови середовища, які в агроценозах створювалися при застосуванні сівби з різною шириною міжряддя, впливали на термін життя листя, темп зростання листової та відповідно на варіювання показників фотосинтетичного потенціалу сортів.

Найвищий рівень фотосинтетичного потенціалу сорти сої формували у фазі утворення бобів. Показники фотосинтетичного потенціалу фізичалися шириною міжряддя та реакцією сортів сої на зміну умов при їх вирощування за різною шириною міжряддя.

Відміна за показниками фотосинтетичного потенціалу чітко стали відрізнятися у фазі цвітіння рослин сортів.

У фазі утворення бобів вирощування сої з шириною міжряддя 15 см забезпечило приріст фотосинтетичного потенціалу у сорту Паллада на 47,3 та 76,8 тис. м²×днів/га у порівнянні з агроценозами з шириною міжряддя 45 і 70 см відповідно (табл. 7).

Таблиця 7.

Фотосинтетичний потенціал агроценозів сортів сої залежно від ширини міжряддя, сортів, тис. м²×днів/га), 2023-2024 рр.

Фаза розвитку	Сорт Паллада			Сорт Азимут		
	ширина міжряддя			ширина міжряддя		
	15	45	70	15	45	70
третій трийчатий лист	85,2	79,0	78,8	111,7	103,8	104,2
цвітіння	457,4	441,2	432,1	683,5	652,4	631,2
утворення бобів	1225,0	1177,7	1148,2	1740,3	1645,9	1572,5
налив насіння	235,7	224,6	219,5	381,8	359,4	345,2

У сорту Азимут спостерігалось більш значне прирощення фотосинтетичного потенціалу при вирощуванні з шириною міжряддя 15 см. Зміна умов вирощування при сівбі з шириною міжряддя 15 см забезпечувала приріст фотосинтетичного потенціалу у сорту азимут на 85,4 та 167,8 тис. м²×днів/га у порівнянні з агроценозами з шириною міжряддя 45 і 70 см відповідно.

Максимальний фотосинтетичний потенціал 1740 тис. $\text{м}^2 \times \text{днів/га}$ формував сорт Азимут при сівбі з шириною міжряддя 15 см у фазі утворення бобів.



Рисунок 9. Агроценозу сортів Паллада (зліва на фото) та Азимут (справа на фото).

Для визначення ефективності роботи одиниці листової поверхні сої показники процесів чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Показники ЧПФ саме відображають вагову кількість сухої біомаси, що створюється рослинами сортів протягом доби з розрахунку на 1 м^2 площі листової поверхні.

Аналіз показників чистої продуктивності фотосинтезу в нашому досліді показав, що сорти по різному реагували на зміну вирощування. Вирощування сорту Паллада на контрольній ширині міжряддя 70 см сприяло збільшенню фотосинтетичної продуктивності рослин у порівнянні з шириною міжряддя 45 та 15 см на 0,4 та 0,8 $\text{г/м}^2 \times \text{доба}$ (табл. 8).

У фазі наливу насіння сорт мав максимальну ЧПФ 5,2 $\text{г/м}^2 \times \text{доба}$ в агроценозах з шириною міжряддя 70 см. Навпаки, вирощування сорту Азимут з шириною міжряддя 15 см забезпечувало максимальні показники ЧПФ.

Таблиця 8.
Вплив ширини міжряддя на чисту продуктивність фотосинтезу сортів сої в фазі наливу насіння, г/м²×доба, 2023-2024 рр.

Сорт	Ширина міжряддя, см		
	15	45	70
Паллада	4,4	4,8	5,2
Азимут	6,3	5,4	5,5
НІР ₀₅ ширина міжряддя сорт	0,3	0,2	

В агроценозах з шириною міжряддя 15 см ЧПФ сорту зростало на 0,7 та 0,8 г/м²×доба відповідно до вирощування з шириною міжряддя 45 см та 70 см (рис. 10).

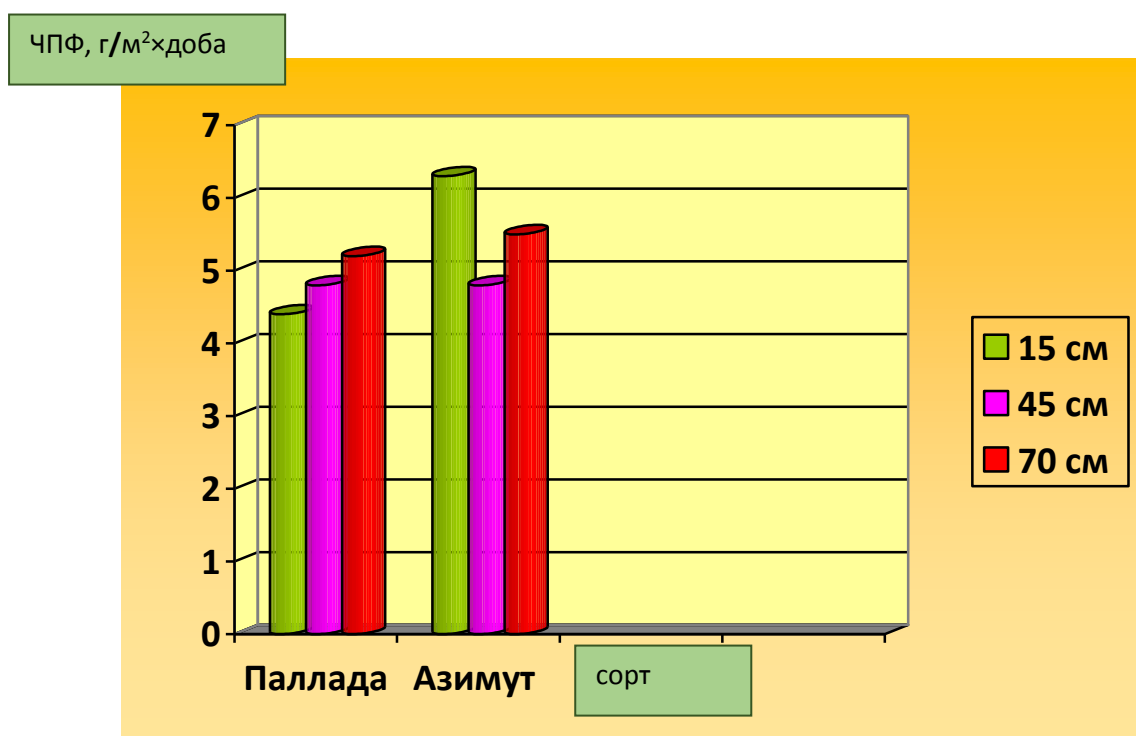


Рисунок 10. Чиста продуктивності фотосинтезу сортів сої за різною шириною міжряддя, г/м²×доба, 2023-2024 рр.

Сорт Азимут максимальну ЧПФ 6,3 г/м²×доба мав в агроценозах з шириною міжряддя 15 см. ЧПФ в агроценозах сорту з шириною міжряддя 45 та 70 см знаходилась на одному рівні 5,4 та 5,5 г/м²×доба.

Підвищення інтенсивності проходження чистої продуктивності фотосинтезу не відповідало формуванню більшого рівня врожайності у сортів сої.

Відповідно формування врожайності реакція сортів на способи сівби з різною шириною міжряддя була диференційованою.

Ранньостиглий сорт Паллада формувал максимальну врожайність 28,9 ц/га при вирощування в агроценозах з шириною міжряддя 15 см. Агроценози сорту з шириною міжряддя 45 см та 70 см поступалися в урожайності агроценозам з шириною міжряддя 15 см на 2,7-4,9 ц/га (табл. 9).

Таблиця 9.
Вплив ширини міжряддя на врожайність сортів сої, ц/га, 2023-2024 рр.

Сорт	Ширина міжряддя, см		
	15	45	70
Паллада	28,9	26,2	24,0
Азимут	30,1	33,2	30,2
НІР ₀₅ ширина міжряддя	2,0		
сорт	1,0		

Мінімальну врожайність 24,0 ц/га сорт Паллада формувал в агроценозах з шириною міжряддя 70 см. Сорт Азимут максимальну врожайність 33,2 ц/га формувал при вирощуванні з шириною міжряддя 45 см.

У порівнянні з вирощування сорту Азимут з шириною міжряддя 45 см вирощування сорту з шириною міжряддя 15 см призводило до зниження врожайності на 3,1 ц/га, при вирощуванні з шириною міжряддя 70 см на – 3,0 ц/га (рис. 11).

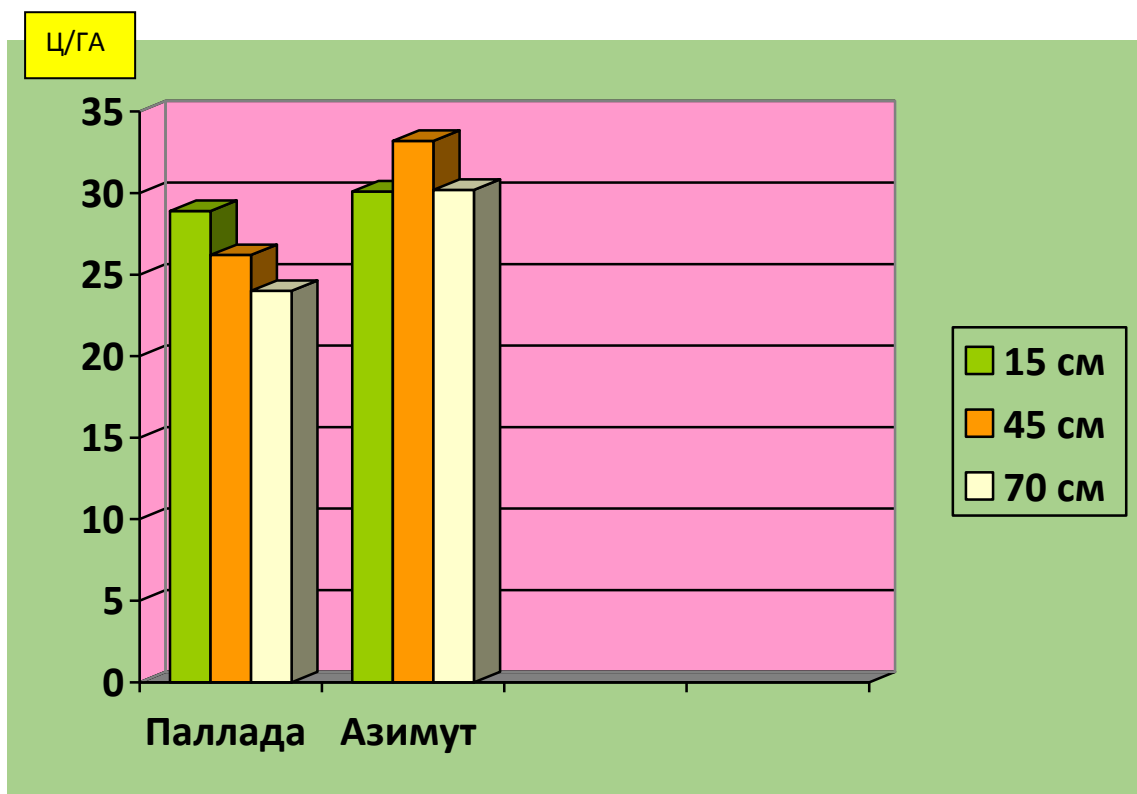


Рисунок 11. Врожайність сортів сої при різній ширині міжряддя, ц/га, 2023-2024 рр.

В агроценозах с шириною міжряддя 15 см ранньостиглий сорт Паллада формував практично один рівень врожайності як і середньостиглий сорт Азимут.

РОЗДІЛ 4. БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ АГРОТЕХНІКИ У ВИРОЩУВАННІ СОЇ

Технологія вирощування сортів сої із застосуванням елементів сортової агротехніки потребує залучення значної кількості матеріально-технічних та енергетичних ресурсів для отримання рослинної продукції. Проведений економічний аналіз ефективності застосування елементів сортової агротехніки в технологіях вирощування за умов нестабільності в цінній оцінці виробленої рослинної продукції не завжди достатньо об'єктивний та в повній мірі визначає доцільність та ефективність застосування елементів агротехніки. Невипадково в оцінці ефективності агроприйомів енергетичний аналіз технологічного процесу вирощування сортів сої. Такий аналіз більш в повній мірі вирішує проблему більш точного врахування використання витрати сукупної енергії, затраченої на проведення агроприйомів в технологічному процесі вирощування сої.

Проведення енергетичної оцінки ефективності застосування агроприйомів в технологічному циклі вирощування сортів сої технологічних дає можливість виробнику порівняти їх ефективність та визначити доцільність застосування елементів сортової агротехніки з метою отримання більшої врожайності на фоні скорочення витрат сукупної енергії.

Доцільність та ефективність цього підходу повністю відповідає вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва з метою необхідності заощадження використаної енергії на одиницю отриманої врожайності сортів сої так як зростання ефективності аграрного виробництва можливе лише за раціонального використання всіх ресурсів господарства.

З урахуванням енергетичних витрат, які були витрачені на вирощування сортів сої та вмісту енергії в отриманому врожаю зерна сої, в досліджах нами була проведена енергетична оцінка ефективності застосування

елементів сортової агротехніки, а саме норми висіву насіння та способу сівби сортів сої в умовах західного Полісся.

В дослідженнях нами отриманий чистий енергетичний дохід сортів сої визначався само як різниця між вмістом енергії, що містилась в насінні та тими енерговитратами, які було витрачено на вирощування сортів сої за різними елементами сортової агротехніки.

В дослідіах коефіцієнт енергетичної ефективності ми виявляли шляхом ставлення чистого доходу до енерговитрат. Біоенергетичний коефіцієнт (ККД) вираховували по відношенню отриманого рівня енергії з рівнем врожайності сортів сої до витраченої енергії, яка була затрачена на їх на вирощування. В нашому досліді, ми виходили з того, що енергетична собівартість отриманої продукції були як витрати енергії на одиницю одержаної врожайності сорту.

За енергетичною оцінкою ефективності застосування норми висіву насіння у технології вирощування сортів сої найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності 7,32-9,22 серед досліджуваних сортів за всіма нормами висіву насіння був при вирощування сорту азимут при мінімальних показниках Енергетичної собівартості 0,28-0,22 ГДж/ц (табл. 10).

У сорту Паллада найбільшу енергетичну ефективність забезпечувало вирощування за нормою висіву насіння 600 тис./га (коефіцієнт енергетичної ефективності склав 5,79 при мінімальній енергетичної собівартості вирощування 0,29 ГДж/ц).

У сорту Титан найбільшу енергетичну ефективність забезпечувало вирощування за нормою висіву насіння також 600 тис./га (коефіцієнт енергетичної ефективності склав 5,68 при мінімальній енергетичної собівартості вирощування 0,30 ГДж/ц).

Таблиця 10.

Енергетична ефективність вирощування сортів сої за різною нормою висіву, 2023-2024 рр.

Сорт	Норма висіву насіння, тис./га	Витрачено енергії, ГДж/га	Врожайність, ц/га	Отримано енергії, ГДж/га	Чистий енергетичний дохід, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Біоенергетичний коефіцієнт	Енергетична собівартість, ГДж/ц
Паллада (контроль)	400	7,96	23,7	47,8	39,8	4,89	6,00	0,34
	600	8,30	27,9	56,4	48,1	5,79	6,79	0,29
	800	8,79	28,3	57,2	48,4	5,50	6,51	0,31
Титан	400	8,02	24,8	50,1	42,1	5,24	6,25	0,32
	600	8,30	27,5	55,5	47,2	5,68	6,69	0,30
	800	8,08	25,1	50,7	41,9	5,18	6,27	0,32
Чураївна	400	7,80	17,2	34,7	26,9	3,44	4,45	0,45
	600	8,00	22,7	45,8	37,8	4,72	5,72	0,35
	800	8,26	26,0	52,5	44,2	5,35	6,36	0,31
Азимут	400	8,41	30,5	61,6	53,2	6,32	7,32	0,28
	600	8,49	36,9	74,5	66,0	7,77	8,77	0,23
	800	8,56	39,1	78,9	70,3	8,21	9,22	0,22

У сорту Чураївна найбільшу енергетичну ефективність забезпечувало вирощування за нормою висіву насіння 800 тис./га (коефіцієнт енергетичної ефективності склав 5,35 при мінімальній енергетичній собівартості вирощування 0,31 ГДж/ц).

У сорту Азимут найбільшу енергетичну ефективність забезпечувало вирощування за нормою висіву насіння 800 тис./га (коефіцієнт енергетичної ефективності склав 8,21 при мінімальній енергетичній собівартості вирощування 0,22 ГДж/ц).

При вирощуванні сортів сої Паллада та Азимут за шириною міжряддя 15, 45, 70 см встановлено, що найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності 6,42 та мінімальна енергетична собівартість 0,27 ГДж/ц у сорту Паллада отримана при застосуванні в технологічному процесі сівби з шириною міжряддя 15 см (табл. 11).

Таблиця 11.

Енергетична ефективність вирощування сортів сої за різною шириною міжряддя, 2023-2024 рр.

Сорт	Ширина міжряддя, см	Витрачено енергії, ГДж/га	Врожайність, ц/га	Отримано енергії, ГДж/га	Чистий енергетичний дохід, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Біоенергетичний коефіцієнт	Енергетична собівартість, ГДж/ц
Паллада (контроль)	70	7,98	24,0	48,5	40,52	5,08	6,08	0,33
	45	7,94	26,2	52,9	44,96	5,66	6,66	0,30
	15	7,87	28,9	58,4	50,53	6,42	7,42	0,27
Азимут	70	8,42	30,2	61,0	52,58	6,24	7,24	0,28
	45	8,37	33,2	67,1	58,73	7,02	8,02	0,25
	15	8,31	30,1	60,8	52,49	6,32	7,32	0,28

Проведена енергетична оцінка ефективності застосування сівби за різною шириною міжряддя показує, що найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності 7,02 та мінімальна енергетична собівартість 0,25 ГДж/ц у сорту Азимут отримана при застосуванні в технології вирощування сівби з шириною міжряддя 45 см.

ВИСНОВКИ

1. Рівень зниження виживання рослин від загущення рослин в агроценозі обумовлюється генотипом сортів.

2. При збільшенні кількості рослин в агроценозі зміна кількісної ознаки висота прикріплення нижнього бобу у сортів сої визначалася реакцією генотипу на зміну умов вирощування рослин. У сорту сої Азимут норма висіву схожого насіння 800 тис./га обумовлювало зростання висоти прикріплення нижніх бобів рослини на 21,2-49,5%, що сприяло покращенню технологічних властивостей сорту при проведенні збиранні посіві сорту.

3. Рівень врожайності у досліджуваних сортів сої визначався вагою насіння рослини та передзбиральною густиною стояння рослин в агроценозі відповідно до застосованої норм висіву.

4. Норма висіву схожого насіння 600 тис./га забезпечувало формування максимальної врожайності у сорту Паллада – 27,9 ц/га, у сорту Титан – 8,30 ц/га. Норма висіву схожого насіння 800 тис./га забезпечувало формування максимальної врожайності у сорту Чураївна – 8,26 ц/га, у сорту Азимут – 39,1 ц/га.

5. Поряд з агротехнічними факторами впливу на динаміку формування та інтенсивність фотосинтетичної діяльності агроценозів сої впливають біологічні особливості сортів. Сумісна дія цих факторів визначає темпи росту та розвитку рослин, інтенсивність процесів фотосинтезу.

6. При застосуванні в технології вирощування різних способів сівби максимальний рівень врожайності у сорту Паллада – 28,9 ц/га формується в агроценозах з шириною міжряддя 15 см, у сорту Азимут – 33,2 ц/га формується зв агроценозах з шириною міжряддя 45 см.

7. Рівень врожайності за різною шириною міжряддя у сортів сої визначається реакцією генотипів на зміни умов вирощування та розташуванням рослин в агроценозах.

8. Застосування елементів сортової агротехніки в технологіях вирощування сортів сої вирішує проблему керування процесами розвитку агроценозів та формування максимально можливого рівня врожайності.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За даними врожайності та енергетичною оцінкою застосування елементів сортової агротехніки рекомендується в умовах західного Полісся:

✓ сорти сої Паллада та Титан вирощувати з нормою висіву схожого насіння 600 тис./га;

✓ сорти сої Чураївна та Азимут з нормою висіву схожого насіння 800 тис./га;

✓ при застосуванні в технології вирощування способів сівби сорт Паллада вирощувати з шириною міжряддя 15 см, сорт Азимут з шириною міжряддя 45 см.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нідзельський В. А. Спрямування технологічних заходів на стабілізацію урожаїв сої / В. А. Нідзельський, Н. В. Новицька, О. Шутий // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агронімія. – 20212. – Вип. 176. – С.74-78.
2. Бахмат М. І. Сортова продуктивність сої в умовах Лісостепу Західного / М. І. Бахмат, О. М. Бахмат, І. В. Трач // Корми і кормовиробництво. – 2013. – Вип. 76.
3. Кудлай І. М. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування / І. М. Кудлай, А. М. Осипчук, О. С. Осипчук О. С. // Агробіологія. – 2013. – N 11 (104). – С. 97-100.
4. Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України / В. Ф. Камінський, Н. П. Мосьондз // Корми і кормовиробництво. – 2010. – Вип. 66. – С. 91-95.
5. Трибель С. О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин / С. О. Трибель, О. О. Стригун // Захист і карантин рослин. – 2011. – Вип. 57. – С. 146-150.
6. Лещенко А. К. Соя (генетика, селекція, насінництво) / А. К. Лещенко, В. И. Січкарь, В. Г. Михайлов, В. Ф. Марьюшкін. – К.: Наукова думка, 1987. – 256 с.
7. Йорматова Д. Соя / Д. Йорматова. – Ташкент, Меҳнат, 1989. – 96 с.
8. Бобокулова О. С. Розробка технології виробництва гідроксида и оксида магния з ропи озер Караумбет и Барсакельмес / О. С. Бобокулова, Р. Р. Тожиев, И. И. Усманов, Ч. Ч. Мірзакулов // Химична промисловість. – 2015. – N 92(6). – С. 272-279.

9. Паламарчук В. Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, О. М. Венедіктов. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. – 432 с.
10. Поліщук І. С. Тривалість періоду вегетації та міжфазних періодів сортів сої залежно від строків сівби та норм висіву насіння / І. С. Поліщук, М. І. Поліщук, Н. А. Юрченко // Сільське господарство та лісівництво. – 2019. – N 4 (15). – С. 64-71.
11. Циганська О. І. Вплив системи удобрення на проходження фаз росту і розвитку сортів сої та на показник коефіцієнту збереження рослин / О. І. Циганська, В. І. Циганський // Сільське господарство та лісівництво. – 2019. – N 2 (13). – С. 105-118.
12. Паламарчук В. Д. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправ. та допов.) / В. Д. Паламарчук, Ш. С. Поліщук, Л. М. Єрмакова, С. М. Каленська. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. – 370 с.
13. Білявська Л. Г. Адаптивність та селекційна цінність сортів сої за вирощування в різних ґрунтовокліматичних умовах України / Л. Г. Білявська, Ю. В. Білявський, О. В. Мазур // Сільське господарство та лісівництво. – 2021. – N 3 (22). – С. 96-107.
14. Паламарчук В. Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / В. Д. Паламарчук, О. В. Климчук, І. С. Поліщук, О. М. Колісник, А. Ф. Борівський. – Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. – 636 с.
15. Аксьонов І. В. Методи статистичного аналізу результатів наукових досліджень в рослинництві (підручник / І. В. Аксьонов, Г. О. Євтушенко, Н. Ю. Мацай, Н. О. Коржова, І. І. Аксьонова. – Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». – Полтава: 2023. – 178 с.

16. Adizova X. R. Physiological basis of the use of microelements in agricultural crops / X. R. Adizova, A. E. Kholliiev, U. T. Norboeva // In E Conference Zone. – 2022. – P. pp. 84-89.
17. Bedassa Tolossa Ameyu. Tolerance to soil acidity of soybean (*Glycine max* L.) genotypes under field conditions Southwestern Ethiopia / Tolossa Ameyu Bedassa, Abush Tesfaye Abebe, Alemayehu Regassa Tolessa // PLoS One. – 2022. - N 17(9).
18. Beutler A. N. Soil resistance to penetration and least limiting water range for soybean yield in a Haplustox from Brazil / A. N. Beutler, J. F. Centurion, A. da Silva // Brazilian Arch. Biol. Tech. – 2005. – N 3 48 (6). – P. 863-871
19. Bicudo Da Silva R. F. (2020). The soybean trap: Challenges and risks for Brazilian producers / R. F. Bicudo Da Silva, M. Batistella, E. Moran, O. L. De Melo Celidonio, J. D. A. Millington // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2020. – N 4.
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fsufs.2020.00012>
20. Boru G. Responses of Soybean to oxygen deficiency and elevated root-zone carbon dioxide concentration / G. Boru // *Annual Botanic*. – 2003. – N 91. – P. 447-453.
21. Botta G. F. Mechanical and cropping behavior of direct drilled soil under different traffic intensities: effect on soybean (*Glycine max* L.) yields / G. F. Botta, D. Jorajuria, R. Balbuena, H. Rosatto // *Soil Tillage Research*. – 2004. – N 78. P. 53-58.
22. Carter T. Jr. , Hymowitz T, Nelson R. Biogeography, local adaptation, Vavilov, and genetic diversity in soybean / T. Jr. Carter, T. Hymowitz, R. Nelson. In: D Werner, ed. *Biological resources and migration*. - Berlin, Germany: Springer, 2004. – P. 47-59.
23. Chain Reaction Research. BrasilAgro to convert over 10,000 hectares of Cerrado Forest. – 2022. The Chain.

<https://chainreactionresearch.com/the-chain-brasilagro-to-convert-over-10000hectares-of-cerrado-forest/>

24. Cross, L. Why are fertilizer prices so high? International Fertilizer Association / L. Cross. – 2022. <https://www.fertilizer.org/news/why-are-fertilizer-prices-so-high>

25. Delhaize E. The roles of organic anion permeases in aluminium resistance and mineral nutrition / E. Delhaize, D. Gruber, R. Ryan et al // Febs Letters. – 2007. – N 581. – P. 2255-2262. doi: 10.1016/j.febslet.2007.03.057

26. Degnan S. How to harvest soybeans / S. Degnan // Week&. – 2021. <https://homeguides.sfgate.com/harvest-soybeans-37994.html>

27. Dlamini T. Z. Soybeans production in South Africa / T. Z. Dlamini, P. Tshabalala, T. Mutengwa // Oilseeds Fats Crops Lipids. – 2014. – N 21. – P. 207.

28. Dong S. A study on soybean responses to drought stress and rehydration Saudi / S. Dong, Y. Jiang, Y. Dong, L. Wang, W. Wang, Z. Ma, C. Yan, C. Ma, L. Liu L // Journal Biology Sciences. – 2019. – N 26 (8). – P. 2006–2017.

29. Dong Y. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China / Y. Dong, L. Zhao, B. Liu, Z. Wang, Z. Sun Zin // Theoretical and Applied Genetics. – 2004. – N 108. – P. 931-936.

30. Dugje Ibrahim Yakamba. Farmers' Guide to Cowpea Production in West Africa / Ibrahim Yakamba Dugje, Lucky Omoigui, Friday Ekeleme, Alpha Yaya Kamara, H. A. Ajeigbe // International Institute of Tropical Agriculture. – Ibadan, IITA, Ibadan, Nigeria, 2009. – 20 p.

31. Edwards M. G. 2009. Environmental benefits of genetically modified crops / M. G. Edwards, G. M. Poppy. – In: Environmental impact of genetically modified crops, Eds N. Ferry and A.M.R. Gatehouse, CABI, 2009. – 432 p.
32. Ercin Ertug The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products / Ertug Ercin, Maite M. Aldaya, Arjen Y. Hoekstra // Ecological Indicators. – 2012. – Volume 18. – P. 392-402.
33. Ergashovich K. A. (2021). Effects of Abiotic Factors on the Ecophysiology of Cotton Plant / K. A. Ergashovich, N. U. Toshtemirovna, K. Y. Davronovich, B. Z. Azamatovna, A. K. Raximovna // International Journal of Current Research and Review. – 2021. – N 13(4). – P. 4-7.
34. FAOSTAT. Home page. – 2022.
<https://www.fao.org/faostat/en/#data>
35. FAOSTAT. Producer prices. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2023. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/PP>
36. Fraanje W. Soy: Food, feed, and land use change (Foodsource: Building Blocks) / W. Fraanje, T. Garnett // Food Climate Research Network. – 2020. <https://tabledebates.org/sites/default/files/2021-12>
37. Garrett R. D. Green for gold: Social and ecological tradeoffs influencing the sustainability of the Brazilian soy industry / R. D. Garrett, L. Rausch L. // Journal Peasant Study. – 2013. – N 43. – P. 461-493.
38. Gasparri N. I. The coupling of South American soybean and cattle production frontiers: New challenges for conservation policy and land change science / N. I. Gasparri, Y. L. P. de Waroux // Conservation Letters. – 2015. – N 8. – P. 290-298.
39. Guo Guoji. Resolution of cell fate decisions revealed by single-cell gene expression analysis from zygote to blastocyst / Guoji Guo, Mikael Huss, Guo Qing Tong, Chaoyang Wang, Li Li Sun, Neil D. Clarke, Paul Robson // Development Cell. – 2010. – N 18(4). – P. 675-85.
doi: 10.1016/j.devcel.2010.02.012.

40. Harrison Derrick. Effect of light wavelength on soybean growth and development in a context of speed breeding / Derrick Harrison, Marcos Da Silva, Chengjun Wu, Maria De Oliveira, Francia Ravelombola, Liliana Florez-Palacios, Andrea Acuña, Leandro Mozzoni // Crop Science. – 2020. – N 61 (2). DOI:10.1002/csc2.20327

41. Husain A. The Ukraine war is deepening global food insecurity – What can be done? United States Institute of Peace / A. Husain. – 2022. <https://www.usip.org/publications/2022/05/ukraine-war-deepeningglobal-food-insecurity-what-can-be-done>

42. Jia Fu. Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review / Fu Jia, Sujie Peng, Jonathan Green, Lenny Koh, Xiaowei Chen // Journal of Cleaner Production Volume. – 2020. – N 255, 10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120254>

43. Jing Q. Attributing soybean yield increases from the 1930s to 1990s in Canada to cultivar improvement and climate change [Poster presentation] / Q. Jing, M. Morrison, B. Qian // American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America International Annual Meeting, Tampa, Florida, United States of America, 2017, October 22–25. – Tampa, Florida, United States of America, 2017. [https:// profiles-profiles.science.gc.ca/en/publication/attributing-soybean-yield-increases-1930s-1990scanada-cultivar-improvement-and-climate](https://profiles.science.gc.ca/en/publication/attributing-soybean-yield-increases-1930s-1990scanada-cultivar-improvement-and-climate)

44. Joubert J. C. N. Comparative analysis of the different regions of South African soybean industry / J. C. N. Joubert, A. A. Jooste // Proceedings of the World Soybean Research Conference IX, February 18–22, 2013. – Durban, South Africa, 2013.

45. Kidane E. Ecology of soils suppressive to the soybean cyst nematode: II. Effect of tillage and crop-biocide treatments on nematophagous fungi

/ E. Kidane, W. Hu, S. Chen, X. Liu, D. A. Neher // *Journal of Nematology*. – 2022. – N 44. – P. 472.

46. Kim M. Y. Tracing soybean domestication history: from nucleotide to genome / M. Y. Kim, K. Van, Y. J. Kang, K. H. Kim, S-H Lee // *Breeding Science*. – 2012. – N 61. – P. 445-452.

47. Kolapo A. L. Soybean: Africa's potential Cinderella food crop. N.G. Tzi-Bun (Ed.), *Soybean: Biochemistry* / A. L. Kolapo // *Chemistry and Physiology*. – Rijeka, Croatia, 2011. – P. 137-150.

48. Kranz W. L. Irrigating soybean / W. L. Kranz, J. E. Specht. – NebGuide, University of Nebraska-Lincoln Extension, 2012. <https://extensionpubs.unl.edu>

49. Lambin E. F. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity / E. F. Lambin & P. Meyfroidt // *P. Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2011. – N 108. – P. 3465-3472.

50. Lee K. J. Identification of candidate genes for an early-maturing soybean mutant by genome resequencing analysis / K. J. Lee, D. S. Kim, J-B. Kim, S-H. Jo, S-Y. Kang, H-Y. Choi, B-K. Ha // *Molecular Genetics and Genomics*. – 2016. – N 291. – P. 1561-1571.

51. Lesk C. (2021). Stronger temperature–moisture couplings exacerbate the impact of climate warming on global crop yields / C. Lesk, E. Coffel, J. Winter, D. Ray, J. Zscheischler, S. I. Seneviratne, R. Horton // *Nature Food*. – 2021. – N 2. – P. 683-691. <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00341-6>

52. Liu J. Spillover systems in a telecoupled Anthropocene: typology, methods, and governance for global sustainability / J. Liu, Y. Dou, M. Batistella, E. Challies, T. Connor, C. Friis, J. D. A. Millington, E. Parish, C. L. Romulo // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. – 2018. – 2018. – N 33. – P. 18-26.

53. Li Y. H. Genetic diversity in domesticated soybean (*Glycine max*) and its wild progenitor (*Glycine soja*) for simple sequence repeat and single-

nucleotide polymorphism loci / Y. Dong, L. Zhao, B. Liu, Z. Wang Z, Z. Sun Jin // *New Phytologist*. – 2010. – N 188. – P. 242-253.

54. Liu J. China's environment on a metacoupled planet / J. Liu, A. Viña, W. Yang, S. Li, W. Xu // *Annual Review of Environment Resources*. – 2018. – N 43. – P. 1-34.

55. MacroMicro. World – Soybean supply and demand. – 2022. <https://en.macromicro.me/collections/52/agri-soybean/738/global-soybean-supply-demand>

56. Mazur Oleksandr. Genetic determination of elements of the soybean yield structure and combining ability of hybridization components / Oleksandr Mazur // *Acta fytotechnica et zootechnica*. – 2023. – N 26(2). – P. 163-178

57. Meyfroidt P. Forest transitions, trade, and the global displacement of land use / P. Meyfroidt, T. K. Rudel, & E. F. Lambin / *Proc. Natl. Acad. Sci.* – 2010. – N 107. – P. 917-922.

58. Nepstad D. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains / D. Nepstad, D. McGrath, C. Stickler, A. Alencar, A. Azevedo, B. Swette, T. Bezerra, M. DiGiano // *Science*. – 2014. – N 344. – P. 1118-1123.

59. Norboeva U. Soybean-a natural source of protein / U. Norboeva, N. Xamrokulova // *In E Conference Zone*. – 2022. – P. pp. 79-81.

60. Norboeva U. T. Ecophysiological peculiarities of cotton varieties in soil salinity conditions / U. T. Норбоева // *Scientific Bulletin of Namangan State Universit*. – 2019. – N 1(5). – P. 103-108.

61. Oliveira A. The politics of flexing soybeans: China, Brazil and global agroindustrial restructuring / A. Oliveira, M. J. Schneider // *Journal Peasant Study*. – 2016. – N 43. – P. 167-194.

62. Owen, M. K. D. Herbicide-tolerant genetically modified crops: resistance management / M. K. D. Owen. – In: *Environmental impact of*

genetically modified crops, Eds N. Ferry and A.M.R. Gatehouse, CABI, 2009. – 432 p.

63. Pramono E. Evaluasi daya tahan kering berbagai genotipe kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) melalui uji percobaan dan pertumbuhan vegetatif (in Bahasa) / E. Pramono, M. Kamal Ratresni, N. Nurmauli N // *Journal Peng. Pengh. Wil. Lahan Kering.* – 1993. – N 12. – P. 28-38

64. Ribichich K. F. Successful field performance in warm and dry environments of soybean expressing the sunflower transcription factor HB4 / K. F. Ribichich, M. Chiozza, S. Avalos-Britez, J. V. Cabello, A. L. Arce, G. Watson, C. Arias, M. Portapila, F. Trucco, M. E. Otegui, R. I. Chan // *Journal of Experimental Botany.* – 2020. – N 71. – P. 3142-56.

<https://academic.oup.com/jxb/article/71/10/3142/5788192>

65. Rismaneswati. Pengaruh terracottem, kompos, dan mulsa jerami terhadap sifat fisik tanah, pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah Alfisol (in Bahasa) /Rismaneswati // *Journal Agrivigor.* – 2006. – N 6 (1). – P. 49-56.

66. Ritchie H. Is our appetite for soy driving deforestation in the Amazon? *Our World in Data* / H. Ritchie. – 2021. <https://ourworldindata.org/soy>

67. Rosadi R. A. B. Pengaruh irigasi defisit pada fase vegetatif terhadap pertumbuhan, produksi dan kebutuhan air tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) (in Bahasa) / R. A. B. Rosadi, I. Darmaputra I // *Journal Tanah Trop.* – 1998. – N 6. – P. 75-82.

68. Sedivy Eric J. Soybean domestication: the origin, genetic architecture and molecular bases / Eric J. Sedivy, Faqiang Wu, Yoshie Hanzawa // *New Phytologist.* – 2017. – Volume 214, Issue2. – P. 539-553.

69. Shannon D. A. doption of soybean in Sub-Saharan Africa: a comparative analysis of production and utilization in Zaire and Nigeria / D.A. Shannon, M.M. Kalala // *Agricultural Systems.* – 1994. – N 46. – P. 369-384.

70. Sharipjanovich S. O. Current State And Analysis Of Equipment For Cleaning And Selection Of Seeds / S. O. Sharipjanovich, T. D. Umarali og, B. M. N. Qizi // International Journal of Progressive Sciences and Technologies. – 2021. – N 29(2). – P. 337-342.
71. Sharifjanovich S. O. The Velocity Distribution over the Cross Section Pipes of Pneumatic Transport Installations Cotton / S. O. Sharifjanovich // In International conference on multidisciplinary research and innovative technologies. – 2021. – Vol. 2. – P. 29-34.
72. Solot I. B. The Chinese agricultural policy trilemma / I. B. Solot // Perspectives. – 2006. – N 7. – P. 36-46.
73. Steinfeld H. Food and agriculture / H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. de Haan. – Rome: ORGANIZATIO ΦAO, 2006. – P. 229-259.
74. Su by Yahan. Photosynthetic Acclimation of Shade-Grown Soybean Seedlings to a High-Light Environment / by Yahan Su, Yahan Su, Huan Yang, Yushan Wu, Wanzhuo Gong, Hina Gul, Yanhong Yan, Wenyu Yang // Plants. – 2023. – N 12(12).
75. Sun Lianjun. Seed morphology of soybean / Lianjun Sun, Zhihui Yuan // Advances in Botanical Research. – 2022. Volume 102, Pages 349-375. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2022.03.004>
76. Suriadi A. Optimal irrigation at various soil types for soybean production / A. Suriadi, F. Zulhaedar, M. Nazam, A. Hipi // 1st International Conference on Sustainable Tropical Land Management. – 2021.
77. The Soy Hopper. New study finds U.S. soybean industry has \$115 billion impact on the American economy. United Soybean Board. – 2020, May. <https://www.unitedsoybean.org/hopper/newstudyfinds-us-soybean-industry-has-115-billion-impact-on-the-american-economy/>

78. Toshtemirovna N. U. The geocological zoning of the kyzylkum desert / N. U. Toshtemirovna, K. A. Ergashovich // *International Journal of Advance Scientific Research*. – 2022. – N 2(03). – P. 28-36
79. Xiang M. C. Detection and quantification of the nematophagous fungus *Hirsutella minnesotensis* in soil with real-time PCR / M. C. Xiang, P. A. Xiang, X. Z. Jiang, W. J. Duan, X. Liu // *Applied Soil Ecology*. – 2010. – N 44. – P. 170-175.
80. Yonts C.D. Predicting the last irrigation of the season / C. D. Yonts. – *NebGuide, University of Nebraska-Lincoln, Extension*, 2008. <https://extensionpubs.unl.edu>
81. Zen L. Tanggapan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) terhadap jumlah pemberian air (in Bahasa) / L. Zen, M. Kamal, V. S. Hadi, E. Pramono E // *Journal Peng. Pengh. Wil. Lahan Kering*. – 1993. – N 12. – P. 56-61.
82. Zhao Z. 2004. Floatation: a paleobotanic method in field archaeology / Z. Zhao // *Archaeology*. – 2004. – N 3. – P. 80-87.