

НУБІП України

КИЇВ-2023
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
 І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
 Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Прилуцька С.В.
 «___» _____ 2023 р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Клюсовської Анастасії Олександрівни
 (прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Мікроклональне розмноження сої для отримання
 здорового посівного матеріалу»

Затверджена наказом ректора НУБІП України від 15.02.2023 р. №216 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1 листопада 2023 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: економічне значення сої, живильні
 середовища, рослини.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Розвинутість вирощування сої у аграрній промисловості світу
2. Мікроклональне вирощування бобових
3. Дослідження впливу інскулантів на посівний матеріал
4. Вирощування у безпечних контрольованих умовах
5. Дослідження процесу догляду за рослиною, перевірка і обробка дозрілих зразків

Дата видачі завдання 1 вересня 2022 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Дашенко А.В.

(прізвище та ініціали)

НУБІП України

Завдання прийняв до виконання

Клюсовська А. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота Клюсовської Анастасії на тему

«Мікроклональне розмноження сої для отримання здорового посівного матеріалу» ("Microclonal propagation of soybeans for obtaining healthy seeds")

НУБІП України

К-ть сторінок: 60

Всього 41 зображень.29 малюнки з інтернет-джерел.

НУБІП України

5

таблиць

7

графіків

Об'єкт: Соя в аграрній, кормовій і харчовій промисловості, на ринку,

добування і відбір здорових проростків.

НУБІП України

Предмет: Соя (насіння, рослина)**Мета:** Дослідити вживаність рослини, створити оптимальні умови

для найефективнішого росту.

НУБІП України

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Розвинутість вирощування сої у аграрній промисловості світу
2. Мікроклональне розмноження сої
3. Вирощування сої *in vitro*
4. Дослідження процесу догляду за рослиною, перевірка і обробка дозрілих зразків

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ**ВСТУП****РОЗДІЛ 1**

1.1	Значення у господарстві	5
1.1.1	Олія	5
1.1.2	Кормова культура	6
1.1.3	Протеїн. Створення концентратів	8
1.1.4	Соя – допомога у полі. Азот для сівозміни	9
1.2	Чому саме мікроклональне вирощування	10

РОЗДІЛ 2

2.1	Поширення сої у світі (2018-2019 рік)	12
2.1.1	Бразилія як поставник для Китаю (2021-2024 роки)	14
2.2	Розповсюдженість в Україні	18

РОЗДІЛ 3

3.1	Вплив абіотичних та біотичних факторів	22
3.1.1	Попередні дослідження	23
3.1.2	Матеріали і методи	25
3.1.3	Статистичний аналіз	27
3.1.4	Результати і обговорення	27
3.1.5	Висновки з проведених досліджень	34

РОЗДІЛ 4

4.1	Вирощування в лабораторних умовах	35
4.1.1	Введення. Перші прорахунки, задачі, історія	35
4.1.2	Підготовка посівного матеріалу	38
4.2	Польові дослідження. Врахувати фактори для мікроклонування	41
4.2.1	Подолання типових ускладнень регенерації рослин in vitro	44
4.2.2	Стерилізація та динаміка калюсоутворення	48
4.2.3	Ідеальні умови для ідеального врожаю	54
4.3	Ріст сої і збір врожаю	56
4.3.1	Описання дорослої, готової до збору рослини	57

ВИСНОВКИ	58
-----------------	-----------

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59
-----------------------------------	-----------

ВСТУП

НУБІП України

Вирощування сої в наш час є загальноприйнятим явищем.

У культурі *in vitro* можливо ефективно вести селекцію на стійкість до патогенів, гербіцидів, засолених ґрунтів, високого або зниженого рН, посухи, підвищених або низьких температур.

Завдяки сучасним методам селекції вдається скоротити період створення сортів із 10–12 до 5–6 років. Понад дві третини сої є генетично модифікованими зразками. Зазвичай модифікація має на меті захист від вірусу, грибка або навіть інсектицидну дію. Однак сьогодні ми поговоримо не про лише модифікацію, а вирощування рослин у безпечних умовах – контрольованих, лабораторних.

Вирощування сої *in vitro* може здатися занадто простим завданням, може примусити вас думати що коли рослина й так настільки розповсюджена – то й особливих умов не потребує.

Соя — дуже затребуваний вид бобових, який використовують у багатьох сферах харчового та промислового виробництва. На цю продукцію є попит на ринку оптових покупців, тож фермеру є сенс працювати в напрямку виробництва сої. Зацікавленість у вирощуванні цієї культури зростає й надалі, оскільки відкриваються нові можливості для її збуту за кордон.

До основних споживанів олії сої належать такі об'єкти харчової промисловості:

- ✓ заводи з виготовлення маргаринів;
- ✓ підприємства, де виробляють майонези;
- ✓ масложирові комбінати;
- ✓ кормові бази.

Все ж хочу зазначити: Соя – це сучасне м'ясо, тому ми приділимо трохи більше уваги в зацікавленості нею і розкажемо кілька коротких фактів про сою.

1) Точний час, коли наші предки почали вирощувати сою, невідомий, але вчені стверджують, що сталося це не менше 5-7 тис. років тому.

2) У Європі сою як сільськогосподарську культуру вперше представили в 1873 році під час міжнародної виставки в Австрії. А ось на території царської Росії сою уперше спробували тільки під час російсько-японської війни 1904-1905 років.

3) Перше місце у світі за споживанням сої займає Китай.

4) Щорічно у світі вирощують більше 300 млн т сої. У 2018 році 90% всього світового виробництва сої розділили між собою США, Бразилія, Аргентина, Китай та Індія.

5) Досить довго в Євразії для сої не могли знайти загальну назву. Були запропоновані такі найменування як олійний горох, олійний біб, боби Габерландта і навіть гарний латинський відповідник — гліцинія.

6) Соя надзвичайно поживна, а вміст білка в ній може сягати 50%.

7) Соя є важливим компонентом у виробництві продуктів харчування для людей, а також збалансованих кормів для тварин.

8) Унікальність сої полягає в тому, що з неї можливо приготувати сурогати багатьох інших продуктів, починаючи від молока, кави, макарон і закінчуючи м'ясом.

9) Соя частіше за всі інші рослини піддається генетичним модифікаціям.

10) Геном сої був повністю розшифрований у 2010 році. Обсяг даних склав 1 115 мегабайт.

Центром походження культурної сої вважається Південно-Східна Азія, зокрема Китай, де вона відома вже майже 5000 років. Там була введена в культуру, розпочата її селекція про що свідчить зосередженість

великої кількості різноманітних місцевих форм різного рівня окультурення.

НУБІП УКРАЇНИ

Існують різні думки відносно походження культурної сої *Glycine max*

(*L. Merrill*). Проте філогенетично давнім є дикоростучий вид уссурійської сої *Glycine Soja Sieb. Et Zucc.* Він признаний майже всіма систематиками.

НУБІП УКРАЇНИ

У сучасній систематиці американські вчені рід *Glycine* розділяють на два підроди: *Glycine* із 6 видами та *Soja*, куди належать два види *G. soja* і

G. max. Підрід *Glycine* включає багаторічні рослини, які ростуть в

Австралії, на островах Тихого океану, Філіппінах та на півдні Китаю, тоді

НУБІП УКРАЇНИ

як підрід *Soja* має однорічний життєвий цикл розвитку рослини.

Американські генетики вважають, що соя походить від однієї або двох форм, які несуть по 20 хромосом, хоча нині такі предки не описані.

Японський генетик К. Карасава стверджує, що культурна соя

НУБІП УКРАЇНИ

виникла із дикої шляхом нагромадження мутацій без зміни кількості хромосом. Інший ж японський вчений Я. Фукуда допускає, що процес

еволюції йшов наступним шляхом: *G. ussuriensis* → *G. gracilis* → *G. max*.



На перших етапах окультурення люди збирали насіння сої із кращих

рослин методом добору, розмножували його, хоча ці рослини мали багато

НУБІП УКРАЇНИ

спільного з дикорослими, робили перші кроки у її вирощуванні. У ті часи завдяки діяльності людини з'явилися кращі форми її рослин, значно

продуктивніші, з більшим розміром насіння, менш витким і потовщеним стеблом, дружнішим дозріванням.

Формування культурної сорі відбувалось в умовах короткого дня, мусонного клімату, достатньої кількості опадів у період формування урожаю багато століть. Фактично такі умови залишили значний негативний відбиток у біології цієї культури, що пов'язано з інтродукцією, тобто розповсюдженість сортів може бути в конкретному регіоні, де вони створювалась, що є на сьогодні актуальним для селекціонерів з питання адаптації. Проте її привабливість як сільськогосподарської культури не перешкодила розповсюдженню на всі континенти.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

1. Значення сої у господарстві

НУБІП УКРАЇНИ

1.1.1 Олія.

Соєву олію роблять хімічним та механічним способами.

Перший – метод прямої екстракції. Відбувається майже абсолютне знежирення. На виході отримують олію високої якості та залишок без вмісту жиру у вигляді шроту. Вважається економічнішим.

Другий – механічний метод чи пресування. Не застосовуються розчинники, тому процес екологічний. Дозволяє зберегти в продукції натуральні корисні властивості.



Джерело: [інтернет-магазин Freshoil]

«Із соєю чудес не буває. Ця рослина формує високий протеїн, має 18-20 відсотків олії. Щоб це все сформувати треба дуже багато енергії з ґрунту взяти, зокрема, потрібна і енергія сонця, щоб бактерії працювали.

Треба забезпечити достатню вологість ґрунту, живлення, щоб були всі сприятливі фактори. Тоді вона сформує нормальний врожай», – наголосив Олександр Камінський, виконавчий директор компанії «Україна 2001».

НУБІП УКРАЇНИ

1.1.2 Соя як кормова культура

Соя — важлива технічна культура. Вона займає перше місце у світовому виробництві рослинної олії. Її використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції: лаку, фарб, мила, пластмаси, клею, штучних волокон. Наразі 60% зерна сої переробляється на олію.

Соя — цінна кормова культура. Її можна згодовувати тваринам у вигляді макухи, соєвого шроту, дерті, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу, соломи.



Джерело: [інтернет-магазин prom.ua]

Виробництво того ж соєвого шроту тісно пов'язане з виготовленням олії – отримують у процесі її виділення. Містить багато мінеральних речовин, амінокислот, білка. Саме він найчастіше використовується як основа для виготовлення кормів для великої та дрібної худоби, птиці.

До головних переваг цього продукту відносяться високий відсоток засвоюваності та високі показники біологічної цінності.

Цінність культури полягає у змісті великої кількості доступного у витягуванні та застосуванні білка. Біологічні властивості його високі. Обсяги вирощування та переробка сої щорічно збільшуються у всьому світі.

Критерієм продуктивності тієї чи іншої кормової культури є вихід кормових одиниць із 1 га посіву. За цим показником провідне місце належить кукурудзі та кормовому буряку. Проте цінність кормів визначається як кількістю кормових одиниць, так і достатнім вмістом перетравного протеїну, мінеральних солей і вітамінів. Важливе значення у збільшенні виробництва збалансованих кормів мають однорічні та багаторічні бобові культури. Вони дають високобілковий, багатий на вітаміни корм.



Джерело: [Grain.info](http://grain.info) [Корми для тварин за європейськими стандартами]

Макуха може застосовуватися як універсальний білковий концентрований корм. Соя містить в 1 кг 1,26 кормових одиниць, 354 г протеїну, що легко перетравлюється, 28 г лізину.

Якщо до комбікормів додавати 10% соєвого шроту, це значно підвищує продуктивність тварин і зменшує витрату кормів.

1.1.3 Протеїн

Екструдована повножирна соя — найкраща сировина для створення концентратів. Вони містяться набагато більше незамінних амінокислот і вітамінів, ніж у інших білках, тварин і рослинних. На основі протеїну виробляють мінеральні і вітамінно-білкові комплекси. Соєві протеїнові концентрати мають гарний набір вітамінів, білків, ферментів та мінералів.



Джерело: [shaker.in.ua/ Myprotein Soy Protein Isolate (1000 г)] вживається при непереносимості лактози

Соеві протеїни. Застосовується технологія багаступінчастої обробки. На сировину відправляються сирі боби. Завдяки їй компоненти, які не перетравлюються, видаляються, а протеїн концентрується. Кінцевий продукт залежить від типу обробки. Протеїн може бути у формі борошна, ізоляту чи концентрату. Іншими цінними складовими продукції є ізофлавоїни, клітковина, сапоніни.

Виробництво того ж соєвого шроту тісно пов'язане з виготовленням олії – отримують у процесі її виділення. Містить багато мінеральних речовин, амінокислот, білка. Саме він найчастіше використовується як основа для виготовлення кормів для великої та дрібної худоби, птиці.

До головних переваг цього продукту відносяться високий відсоток засвоюваності та високі показники біологічної цінності.

1.1.4 Соя – допомога у полі

Багаторічні бобові трави збагачують ґрунт на біологічний азот, що дозволяє зменшити застосування мінеральних добрив, поліпшити родючість ґрунту і фітосантарний стан. Перетравність основних поживних речовин бобових однорічних трав становить 75-80%. Наявність їх у суміші

сприяє кращому засвоєнню кормів із підвищеним вмістом клітковини. Азот бобових частково засвоюється одноклітинними грибами та інфузоріями у рубці жуйних, завдяки чому ці мікроорганізми інтенсивно використовують клітковину, роблячи її більш доступною для тваринного організму.



Джерело: [tetra-agro.com.ua] Сівозміна у порядку помідори-цибуля-морква-капуста-соя

Соя має важливе агротехнічне значення. Вона засвоює азот із повітря, залишає після себе 60-90 кг/га біологічно фіксованого азоту, очищає поле від бур'янів і пасує попередником для подальших культур сівозміни.

Сові боби використовуються в різних напрямках. Серед них виділяють декілька:

- ✓ виробництво олії та кормів для тварин;
- ✓ виготовлення продуктів харчування з бобів або переробка їх на сировину для виробництва концентратів, ізолятів, текстурованих білків, соєвого борошна;
- ✓ виготовлення сирів, соєвого молока, майонезів.

1.2. Мікроклональне розмноження: переваги та можливості в сільському господарстві [1]

Мікроклональне розмноження є інноваційною біотехнологічною методикою, яка набуває все більшої популярності в сільському господарстві. Воно передбачає розмноження рослин шляхом індивідуальних клітин, тканин або органів у стерильних умовах *in vitro*. Цей метод відрізняється від традиційного розмноження насінням чи вегетативно, і має ряд значних переваг, завдяки яким він може стати важливою альтернативою для вирощування овочів, зокрема родини Бобових.

1. Генетична однорідність: Мікроклональне розмноження забезпечує високий рівень генетичної однорідності потомства, що дозволяє зберігати та поширювати бажані характеристики сорту, такі як стійкість до хвороб, продуктивність, якість плодів тощо.

2. Швидкість розмноження: Мікроклональне розмноження дозволяє отримувати значну кількість рослин-потомків від одного рослинного матеріалу за короткий проміжок часу.

3. Незалежність від сезону: Цей метод розмноження не залежить від сезону, а тому може здійснюватися протягом усього року, що дозволяє забезпечити стабільне постачання рослинного матеріалу.

4. Зменшення ризику поширення хвороб: Мікроклональне розмноження проводиться в стерильних умовах, що знижує ризик поширення хвороб та шкідників з материнських рослин на потомство. Завдяки цьому методу, рослини-потомки можуть рости здоровими та міцними, що сприяє збільшенню продуктивності та зниженню витрат на захист рослин від шкідників і хвороб.

5. Економія ресурсів: Мікроклональне розмноження дозволяє отримувати велику кількість рослин з мінімальними витратами насіння.

добрив та води. Крім того, зменшення витрат на захист рослин також є важливим фактором економії ресурсів.

6. Збереження генетичного різноманіття. Мікроклональне розмноження може бути використано для зберігання та відновлення рідкісних видів рослин. Воно також може сприяти збереженню генетичного потенціалу рослин, які можуть мати важливе значення в розвитку нових сортів та покращенні агрономічних характеристик.

7. Сумісність з іншими біотехнологічними методами: Мікроклональне розмноження може бути успішно комбіновано з іншими інноваційними методами, такими як генетична інженерія та редагування геномів. Це відкриває широкі можливості для створення нових сортів овочів з покращеними характеристиками та стійкістю до стресів.

8. Економічна ефективність: Мікроклональне розмноження може бути економічно вигідним для виробників рослинного матеріалу та сільськогосподарських підприємств, оскільки дозволяє значно зменшити витрати на розмноження та вирощування рослин. Крім того, завдяки високій якості рослинного матеріалу, можна досягти більш стабільних та високих врожаїв, що призводить до більшої прибутковості.

НУБІП України

НУБІП України

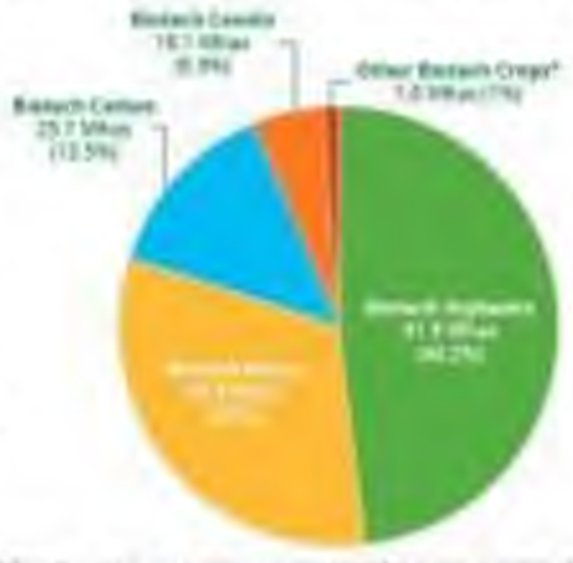
НУБІП України

усього світу також об'єднують свої зусилля для розробки нових біотехнологічних культур і властивостей, які будуть корисними для фермерів і споживачів.

НУБІП України

НУБІ

НУБІ



їни

їни

FIGURE 2. BIOTECH CROPS IN 2018 (AREA AND ADOPTION RATE)
Source: ISAAA (2019)

НУБІП України

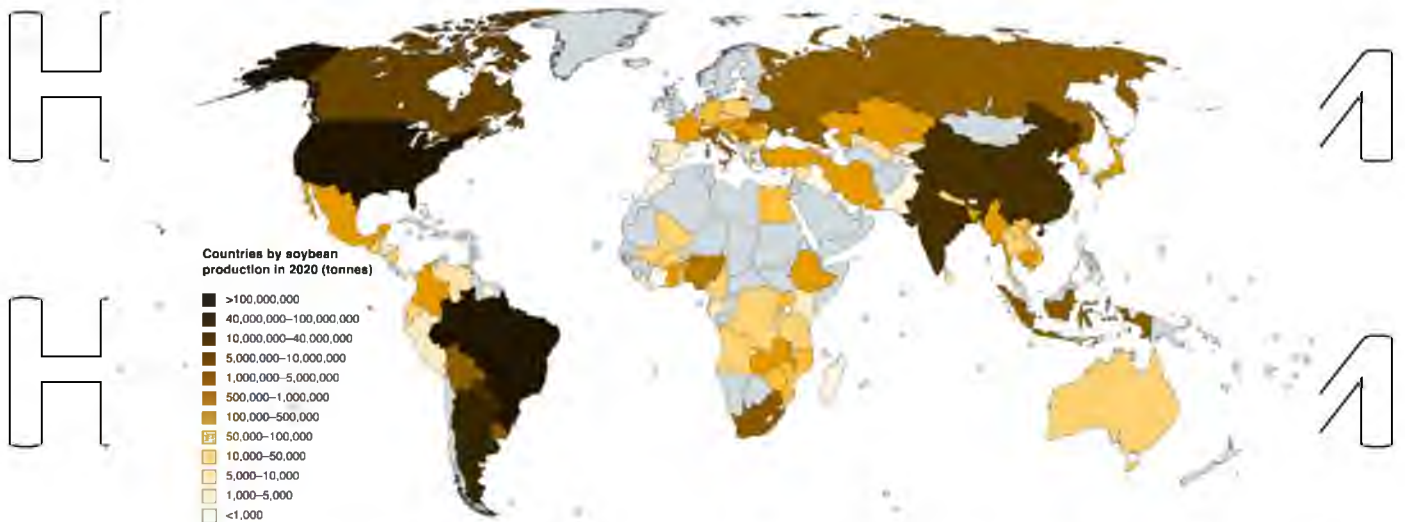
Джерело: Distribution of Biotech Crops, by «Country» ISAAA Inc. Зелений колір познач 45 відсотків площі вирощування – соя.

У 2019 році найбільше вирощуваних біотехнологічних культур були соя, кукурудза, бавовник і ріпак. Незважаючи на скорочення посівів біотехнологічної сої на 4%, вона зберегла високий рівень впровадження – 48% світових біотехнологічних посівів або 91,9 мільйона гектарів. У 2019 році на цю площу припадало 74% загального світового виробництва сої.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Джерело: *A choropleth map showing countries by soybean production in tonnes, based on 2020 data from the Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT)*

2.1.1 Соя Південної Америки

Незабаром прийшла й Бразилія, де дуже вдало покращився клімат. Порівняно з сезоном-2021/22 показники валового збору американської олійної культури можуть збільшитись на 19,5% на тлі відсутності посухи в країні.

Що стосується прогнозів посівних площ під соєю, то в Patric Argopedos os очікують збільшення показників наступного сезону приблизно на 3% - до 42,17 млн га.

Нагадаємо, що, за оцінками фахівців закордонної сільськогосподарської служби Міністерства сільського господарства США (FAS USDA), площі сіви під олійною культурою в майбутньому сезоні в Бразилії збільшаться - з 40,7 млн га (2021/22 МР) до 42,5 млн га.

Валовий збір сої у 2022/23 МР експерти FAS USDA оцінюють у 141 млн тонн, а врожайність на рівні - 3,53 т/га.

Бразилія витісняє США з найбільшого у світі ринку сої:

- Китай купує бразильську сою з поставкою в четвертому кварталі
- Зазвичай саме тоді найбільший покупець звертається до США.



Джерело: [Evaluation of Potassium and Sulfur Fertilizers for Soybean in Brazil e-1fa No. 59 - Research Findings]

Поїздка бразильської делегації до Китаю на початку цього року призвела до підписання понад 15 угод на суму близько 10 мільярдів доларів китайських інвестиційних обіцянок.

Наразі китайським переробникам вигідно подрібнювати бразильську квасолю для виробництва олії та корму для тварин, тоді як рентабельність поставок із США негативна, свідчать дані, зібрані Bloomberg. У результаті китайські покупці розкуповують бразильські вантажі на початку сезону.

Насправді закупівлі були настільки ранні, що на момент написання статті було завантажено п'ять суден, які мали відвезти вантаж з Бразилії у

вересні, згідно з судноплавним агентством Alphamar. Згідно з даними про доставку, це найраніше в сезоні подібна торгівля.

«Зараз на фермах є величезні запаси, які протягом наступних кількох місяців знайдуть свій шлях до портів, тому незабаром ми побачимо більше суден у лінійці», — сказав Аргур Нето, комерційний директор Alphamar.

Канадська селекція базується за напрямом створення ультраскоростиглих сортів сої з мінімальною реакцією на тривалість світлого періоду, які здатні давати на рівні 3,0–3,5 т/га насіння у зонах північніше 53–54°



Джерело: [prom.ua/Насіння сої Аполло, ультраскоростиглий сорт]

У цьому ж напрямі працюють селекціонери Європейських країн, таких як Швеція, Німеччина, Чехія, Австрія та інші. Створені ними сорти послужили цінним вихідним матеріалом для екоростиглих сортів в Україні.

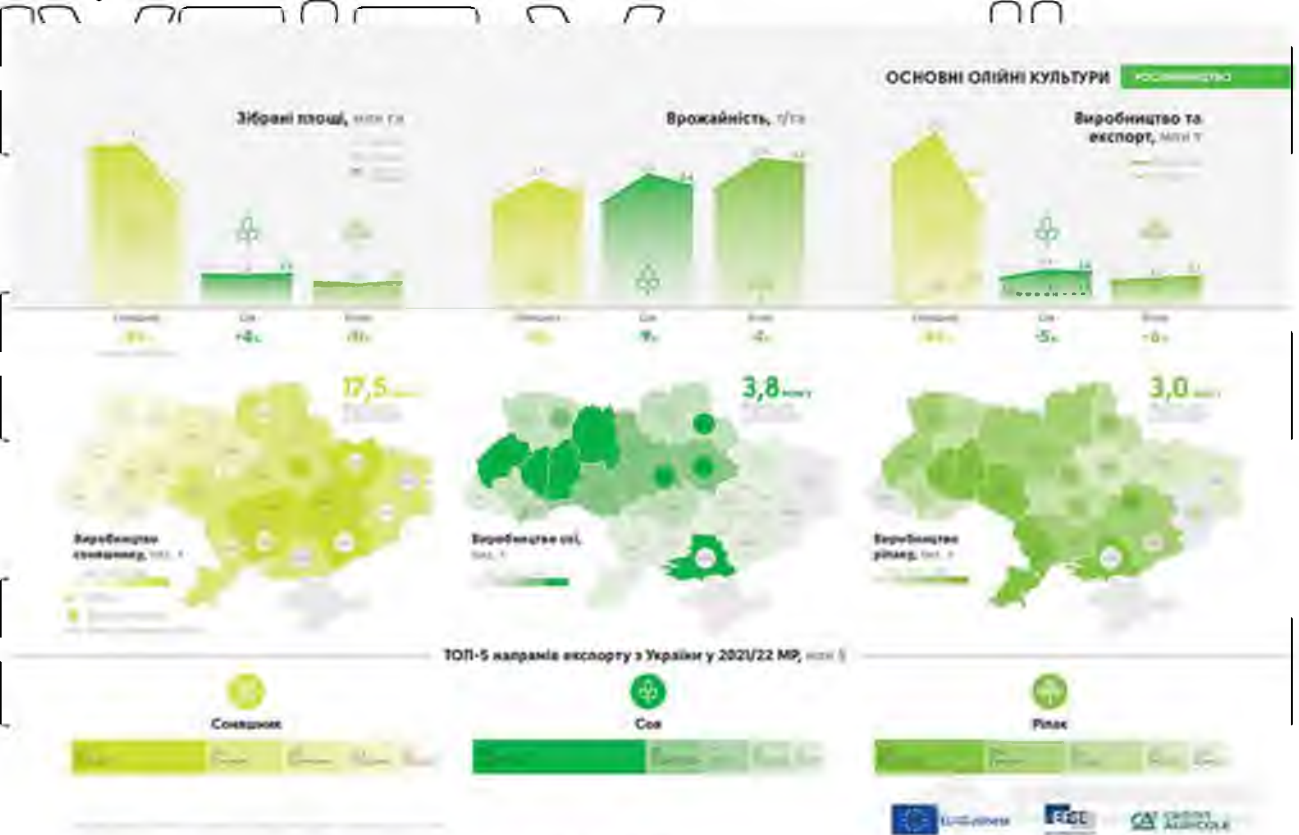


Джерело: [all.biz/Torgovyj dom Soevyj vek
Україна, Кропивницький]

2.2 Продукція сої в Україні

В Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН науково обгрунтовано «соевий пояс» України, де виділено зону стійкого та нестійкого виробництва цієї культури на незрошуваних землях і зону гарантованого виробництва сої на зрошенні. Як свідчать попередні результати у 5 областях Лісостепової зони: Вінницькій, Київській, Полтавській, Черкаській і Хмельницькій та степової — Кіровоградській розміщується понад 60 % усієї сої, яка вирощується в країні.

За даними Мінагрополітики, у воєнному 2022 році вітчизняні аграрії збрали сою з пядші 1,5 млн га, намолотивши 3,7 млн тонн. Порівняно з попереднім, мирним роком, зібрані площі збільшилися на 4%. Це означає що на культуру покладали певні надії у складних обставинах минулого сезону.



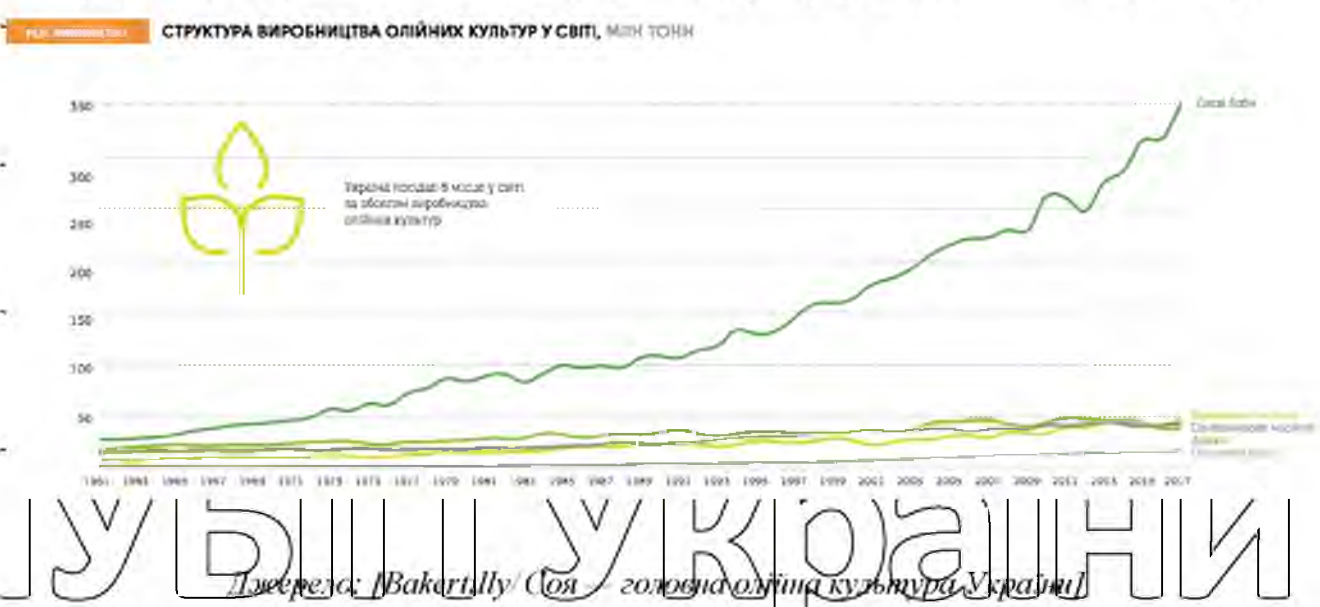
Джерело: журнал «Аграріум». Соя: всі аспекти вирощування

Як стверджують аналітики, передусім спрацював той фактор, що ця зернобобова потребує менше азотних добрив (і навіть її взагалі можна вирощувати без внесення азоту).

Також ця культура має хороший експортний потенціал — звісно, в першу чергу не-ГМ варіант.

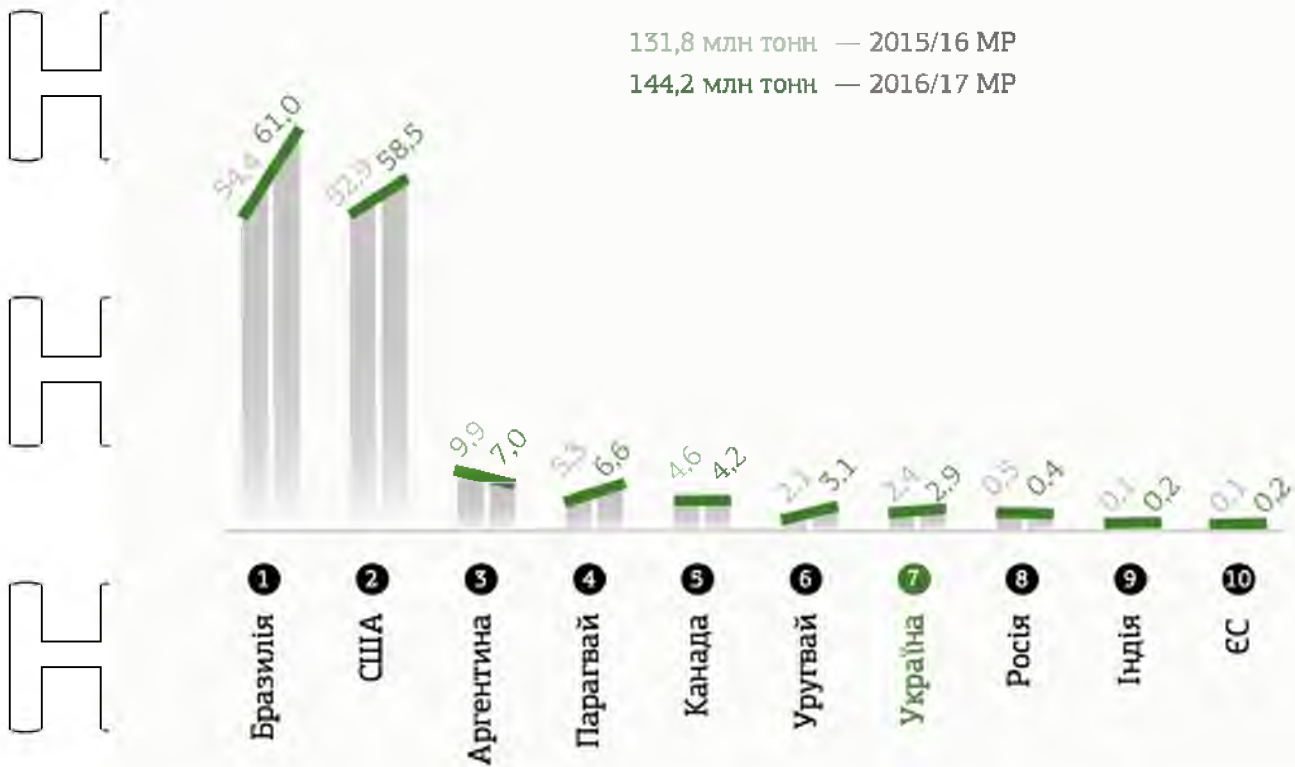
«Соя — це дуже цікава культура. З нею не можна працювати так як з пшеницею. У чому різниця? Наприклад, соняшник або кукурудза — там усе стандартно: посіяв, добрива вніс, спрацював засобами захисту і чекати на збирання. А за соєю необхідно стежити практично щодня. Вона, як маленька дитина, постійно вимагає уваги», — розповідав ще у 2020 році Андрій Патрило, нині заступник голови ФГ «Персей-Агро».

Вирощування більшості олійних культур знаходиться майже на одному рівні вже протягом багатьох років. З соєю все інакше — протягом останніх 60-ти років її урожай помітно зменшувався лише чотири рази, але тільки тому, що було необхідно зрівняти попит з пропозицією. Останні 4 роки до 2017 року соя показує особливо високі темпи росту — на 36%, з 250 до 340 млн тонн.



Україна експортує 67% урожаю сої. Експорт сої в світових масштабах у 2016-17 році приніс \$1,13 млрд. Основні покупці Туреччина (\$298 млн), Єгипет (\$227 млн) та Іран (\$217 млн):

ТОП-10 експортерів



Джерело: [Bakertilly/ Соя — головна олійна культура України]

За врахування областей рекордсменів у вирощуванні сої – Полтава Хмельницьк – 180 і 170 тис. засіяних гектарів, і трохи менше в Київській -

140 тис т, пропорціонально до інших культур її більше(майже четверть) у

Чернівецькій області.

НУБІП України

НУБІП України

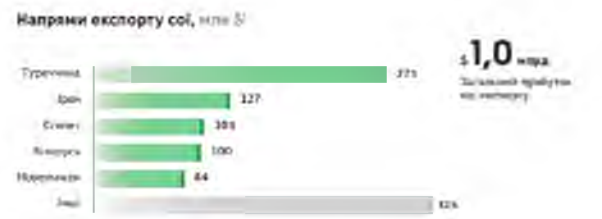
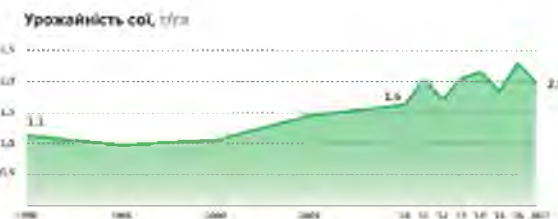
Н



Н



Н



Джерело: Сільгоспстат

Джерело: Агробизнес



AEQUO®

AGROBIZNES

BAKER HILL

НУБІП України *Джерело: [Burkul journal]*

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

3.1 Вплив абіотичних та біотичних факторів на продуктивність трансгенної сої та молекулярні властивості збудника хвороби [2]

Вперше в Україні показано, що трансгенна соя с-тів Гримо і Монро уражається різними збудниками, в тому числі і вірусними. Доведено негативний вплив вірусу мозаїки сої (SMV)-інфекції на продуктивність і структуру врожаю рослин сої. Також виявлено значну роль умов

вирощування трансгенної сої (Київська та Полтавська області, Україна).

Експеримент з вирощування с-ту Монро в різних погодно-кліматичних умовах показав, що лімітуючим фактором росту є волога. У 2018 році

урожай сої сорту Монро у фермерському господарстві «Мрія» Київської

області становила 3,1 т/га, а от у господарстві «Мир» Полтавської області

вона була майже вдвічі нижчою. Проаналізовано коефіцієнт значущості

відхилень агрометеорологічного режиму 2018 р. у порівнянні із середньо-багаторічними метаданими. Він становив 1,14 - 2,30 і показав, що умови

2018 року сильно відрізняються від середніх багаторічних параметрів і

близькі до рідкісних. SMV під назвою SGK-17, виділений з трансгенних

рослин сої с-ту Монро з Київської обл., детально вивчено. Нуклеотидні та амінокислотні послідовності генної ділянки білка оболонки SGK-17 (430

нт) порівнювали з послідовностями ізолятів SMV з різних країн. SGK-17

має найвищий рівень ідентичності (97,9% nt та 97,2% aa) з ізолятами з

Китаю, Польщі, Ірану США, України та належить до одного з інших

кластеру. Виявлено чотири унікальні заміни в гені CP SGK-17, які можуть бути залучені до його здатності інфікувати трансгенну сою.

Ключові слова: трансгенна соя, патогени сої, секвенування, продуктивність, погодно-кліматичні умови.

Словник: с-т. – скорон. «сорт», SMV – вірус мозаїки сої (BMC).

3.1.1. Попередні дослідження

Рослини можуть бути уражені інфекційними збудниками, такими як віруси, бактерії та гриби. Вони також можуть постраждати від таких неінфекційних (абіотичних) факторів, як екстремальні температури та вологість, хімічна токсичність тощо.

Погодні умови впливають на рослини, фітопатогени та їх переносників.

Існує два різних механізми, за допомогою яких зміна клімату може вплинути на взаємовідносини між шкідниками та культурними рослинами.

По-перше, зміни клімату безпосередньо впливають на біологію комах, у тому числі на вектори, що призводить до відмінностей у їх виживанні, розмноженні та поширенні. По-друге, існують ймовірні зміни в сільсько-господарській практиці, які відбудуться в результаті зміни клімату і вплив

цих змін на наявність рослин-господарів для видів шкідників, наприклад - впровадження нових видів сільськогосподарських культур і генотипів рослин, зміни в практиці землеробства. Відомо, що такі фактори, як CO₂, підвищена температура та параметри, пов'язані з опадами, впливають на віруси рослин, наприклад, CMV, PVY, PVX TYLCV і TuMV, вірус скру-

чування листя картоплі та вірус жовтої жилки картоплі, BYDV, BYMV, а також кілька важливих їх векторів. Очікується, що підвищена вологість і температура ґрунту в регіонах з помірним кліматом, включаючи Північну Європу, збільшить активність зооспор і нематод, які передають віруси.

«Вірус мітлуватості верхівок картоплі» - «Potato mop-top virus» (PMTV) і «Вірус некротичної жовтої жилки буряка» - «Beet necrotic yellow vein virus» (BNYVV) передаються плазмодіофоридами *Spongospora subterranea* і *Polymyxa betae* відповідно. Найважливішим фактором для цього поширення є, ймовірно, переміщення зараженого рослинного матеріалу та ґрунту.

Кліматичні фактори також можуть бути залучені. Баймовіруси та фузовіруси передаванні *Polymyxa graminis*, мають велике економічне значення для зернових, які висіваються під осінь у значній частині Європи.

У Канаді було виявлено зростання рослинної захворюваності на PLRV через збільшення кількості переносників через високі зимові температури.

У Німеччині нещодавно було виявлено чіткий зв'язок між кількістю днів зараження восени та BYDV-атакою на полях озимого ячменю. Було показано, що кількість опадів, менша за середню за 30 років, спричинила різницю у відносному рівні виявлення BYDV-PAV і вірусу жовтуватої карликовості зернових, штам RPV в Алабамі.

У майбутньому частота нових зустрічей між вірусами та видами рослин, ймовірно, зросте ще швидше через значні зміни в розподілі культурних рослин, які очікуються внаслідок зміни клімату. Доведено, що зміна клімату спричиняє появу нових вірусів і штампів у деяких країнах. Так, багато нових штампів PVY (PVYNIN, PVYNW) з'явилося в Нідерландах за останні 12 років через значні зміни клімату. У Бразилії та Азербайджані появу BYDV вперше помітили лише у 2013 році.

Більшість наукових робіт є оглядовими та присвячені прогнозу та розробці сценарію впливу кліматичних змін на віруси рослин, проте експериментальні роботи, які б безпосередньо були спрямовані на вплив абіотичних факторів з SMV на генетично модифіковану (ГМ) сою – відсутні.

Відомо, що інфекція, спричинена вірусом мозаїки сої (ВМС), негативно впливає на продуктивність сої, структуру врожайності та якість насіння в Україні. Враховуючи шкідливий вплив вірусу, інтенсивно розробляються та впроваджуються нові сорти сої, стійкі до різних фітопатогенів, у тому числі вірусів. Проте переважно сорти сої мають комплексну стійкість до абіотичних факторів та грибових або бактеріальних захворювань. В Україні з'явилися сорти генетично модифікованої (ГМ) сої, які мають характеризуватися високою продуктивністю та стійкістю до хвороб. Вже вирощуються сорти сої Грімо, Монро, Аполлон та ін. Також виявлено значну роль у вирощуванні трансгенної сої (Київська та Полтавська області, Україна) умов зростання

(абіотичних факторів). Тому метою даної роботи було дослідити можливість зараження ГМ-сої «мозаїкою», вивчити її вплив на продуктивність і врожайність рослин, а також встановити молекулярно-генетичні особливості ізоляту того ж СМВ, який має здатність впливати на ГМ рослини.

3.1.2 Матеріали і методи

Протягом 2017-2018 років проводили обстеження рослин сої методом візуальної діагностики. Біометрію, обрізку та її структурування проводили загальноприйнятими методами.

Метеорологічні дані (кількість опадів, суми активних температур, ГТК рослинності) надані з агрометеопосту НААН Устимівської дослідної станції Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва, Полтавської обл.

Аналіз погодних умов у порівнянні із середніми багаторічними показниками проводили на основі коефіцієнта значущості (C_s) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від середніх багаторічних значень за формулою

$$(X_i - X_{-}) / S$$

X_i – елемент поточної погоди;

X_{-} – середньорічна вартість;

S – середньоквадратичне відхилення;

I – номер року

Рівень коефіцієнтів значущості відхилень визначали градацією

0-1 – умови близькі до звичайних;

1-2 – умови, які сильно відрізняються від середніх багаторічних рослин;

2 – умови, близькі до рідкісних (екстремальних).

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова (I/GK) розраховують за формулою

$$r / (0,1 \cdot \Sigma t > 10)$$

r – загальна кількість опадів за вегетаційний період (травень-серпень), мм;
 $\Sigma t > 10$ – середньодобова температура повітря більше 10 °С за цей же період.

Ідентифікацію вірусів проводили методом DAS-ELISA з використанням антитіл проти вірусу мозаїки сої. Результати записували на MR-рідері «Termo Labsystems Opsis» (США) з програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink на довжинах хвиль 405/630 нм. Зразки вважалися позитивними, якщо їх значення поглинання були принаймні втричі вищими, ніж у негативних контролях.

Загальну РНК екстрагували зі свіжого листа за допомогою набору «RNeasy Plant Mini», дотримуючись інструкцій виробника. Була проведена двоетапна RT-PCR. Зворотну транскрипцію проводили за допомогою Відновленої зворотної транскриптази (RevertAid Reverse Transcriptase) – генетично модифікованої MMuLV-RT згідно з інструкціями виробника. Використовувалися специфічні олігонуклеотидні праймери до частини гена CP SMV (469 п.н.).

Для секвенування фрагменти ДНК олищали з агарозного гелю за допомогою «QIAquick Gel Extraction Kit» відповідно до інструкцій виробника. Послідовності гена CP (430 нт) українського ізоляту SMV порівнювали з послідовностями SMV в базі даних NCBI за допомогою програми BLAST.

Ізоляти SMV, використані в цьому дослідженні, представлені на Мал.3. Нуклеотидні та амінокислотні послідовності були вирівняні за допомогою Clustal W у MEGA 7. Вирівняні амінокислотні послідовності CP візуалізувалися та порівнювалися за допомогою редактора вирівнювання послідовностей BioEdit. Відсоток ідентичності нуклеотидних послідовностей представляли у вигляді кольорових блоків за допомогою програмного пакету SDT v.1. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за параметричним критерієм варіанту нормального розподілу, стандартного відхилення середніх значень – за загальноприйнятою методикою.

Для розрахунку співвідношення dN/dS, індикатора еволюційного напрямку, послідовності нуклеотидів CP усіх ізолятів SMV були вирівняні за кодонами. Відношення частоти несинонімічних (dN) до частоти синонімічних (dS) мутацій розраховували за допомогою методу Nei-Gojobori в програмі SNAP.

3.1.3 Статистичний аналіз

Для кожного вимірювання ELISA проводили п'ять біологічних повторів. Кожен біологічний повтор містив листя п'яти окремих рослин, об'єднаних разом перед подрібненням. Для кожного біологічного повтору було проведено три технічні повтори. За необхідності дані технічних повторів усереднювали, щоб отримати середнє значення для кожного біологічного повтору.

3.1.4 Результати і обговорення

Наші попередні дослідження тридцяти сортів сої в Полтавській області показали наявність симптомів зморшкуватості та мозаїки на листках.



Мал. 1. Симптоми викишкані SMV на ГМ-сортах сої Монро, Аполлон і Грім

Результати ELISA та RT-PCR показали, що рослини уражені вірусом мозаїки сої. Серед перевірених сортів нашу увагу привернув факт ураження СМВ трансгенних сортів Монро, Аполлон та Грім. Симптоми зморшкуватості та утворення пухирів, деформації та зменшення розміру листка (Мал.1). Авторами помічено, що насіння сої Монро у 2018 р. характеризувалося значною плямистістю (Мал. 2).



Малк 2. Симптоми SMV на сортах ГМ сої Монро в 2018 році: а – сильна

зморшкуватість листя; б – плямистість насіння уражених СМВ рослин (праворуч) – насіння здорових рослин

Наступним етапом було визначення ефекту виділеного з них SMV рослини сої с-ту Монро (під назвою SGK-17) на врожайність.

Результати показали шкідливу дію вірусу та значне зниження врожайності ГМ-сої «Монро», зараженої SMV SGK-17 (Табл 1).

Таблиця 1. Вплив інфікування СМВ на структуру врожайності та продуктивність сорту ГМ-сої Монро.

Variant	Branching, pcs	Stem height to 1 st bean, cm	Plant height, cm	Amount of beans per plant, pcs					Total of seeds, pcs	Weight of seeds from 1 plant, g	Weight of 1000 grains, g
				Total	With 1 seed	With 2 seeds	With 3 seeds	With 4 seeds			
Healthy plants	3.5 ±0.5	9.6 ±1.5	110.3 ±1.8	95.0 ±4.0	47.0 ±1.0	18.0 ±2.0	18.0 ±2.0	4.0 ±0.4	153.0± 6.0	19.65 ±2.13	181 ±12
Infected plants	2.2 ±0.2	8.1 ±1.3	94.3 ±1.4	58.0 ±3.0	39.0 ±1.0	14.0 ±2.0	12.0 ±2.0	-	103.0 ±4.0	14.01 ±1.10	139 ±10

Встановлено, що у заражених вірусом рослин запліднення було в 1,6 раз вищим, ніж у здорових. Крім того, інфекція СМВ зменшує кількість бобів на рослині в 1,6 рази і кількість насіння в 1,5. Маса насіння з однієї рослини зменшується в 1,4 рази, маса 1000 зерен – в 1,3 рази.

У здорових рослин відзначали навіть невелику кількість бобів (4,0) з чотирма насіннями в бобі. Зараження рослин сої «Мозайкою» (SMV) призводить до значних втрат урожаю – від 8% до 50% у природних умовах і навіть до 100% – при епіфітотіях. Зараження СМВ може викликати зміни біохімічного складу насіння, знизити життєздатність проростків.

Урожайність трансгенної сої с-ту Монро у 2017-2018 рр., вирощених у СГ «Мир» (Полтавська обл.) становила 1,3 – 1,4 т/га, тоді як у СГ «Мрія» (Київська обл.), де випало більше опадів, урожайність сої Монро коливалася в межах 2,18 - 3,0 т/га.

Але урожай 2016 року, більш вологостійкого та чутливого для вирощування сої, становив 2,6 та 2,8 т/га відповідно. Погода 2016 року в Полтавській області вважалася дуже посушливою, і тоді гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) становив 0,99.

ГТК у 2017 році становив уже 0,53, що означає, що 2017 рік був дуже сухим. Відтак, у більшості господарств області виробництво сої було на рівні 1,3 т/га. Від ураження інфекцією СМВ урожайність сої знизилася в

обох господарствах Київської та Полтавської областей на 35,0 – 65,7 % відповідно.

Більш значне зниження врожайності (у 2,6 раз) при вірусному зараженні відмічено в Полтавській області в умовах дуже сухого клімату (у 2017 р. ГТК = 0,53; у 2018 р. ГТК = 0,5).

Розраховано коефіцієнт значущості відхилень (Cs) за період 1955-2018 рр. для всіх місяців (Табл.2).

Таблиця 2. Коефіцієнт значущості відхилень показників агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних насаджень, 2018 р.

Indicator	April	May	June	July	August	September
Air temperature	1,84	1,14	1,34	1,34	2,96	2,30
Precipitation amount	-0,82	-0,65	-0,65	-0,48	-1,55	0,30

Результати таблиці свідчать про те, що протягом усього періоду вирощування сої в Полтавській області у 2018 році умови її вирощування були далекими від звичайних, а саме: з квітня по липень вони сильно відрізнялися від середніх багаторічних насаджень. У серпні-вересні підійшли до рідкісних. Зниження врожайності транстенної сої сорту Монро у господарстві «Мир» Полтавської області коливалася майже вдвічі порівняно з господарством «Мрія» Київської області, де умови вирощування були наближені до звичайних, а врожайність становила 3 т/га. Таке зниження врожайності можна пояснити впливом такого важливого абіотичного фактора, як коефіцієнт значущості відхилень показників агрометеорологічного режиму.

Поява, поширеність, шкідливість вірусних хвороб рослин, також подальша коєволюція рослин та їх збудників, що призводить до зміни видового складу вірусів у певному регіоні, поява відмінностей у властивостях вірусних ізолятів, поява епіфітотій безпосередньо залежить від змін,

пов'язаних із глобальним потеплінням (підвищення температури, зміна опадів, підвищення CO₂ та озону, посуха тощо). Варто відзначити, що SMV передається переносником – попелицею. У зв'язку з цим зміна клімату може опосередковано вплинути на інтенсивність і поширеність SMV через вплив на розмноження/виживання його векторів. Таким чином, в умовах м'якої зими спостерігається висока інтенсивність міграції попелиць навесні й висока ураженість рослин.

Тяжкість вірусних захворювань значною мірою визначається кількістю посівного матеріалу та часом зараження. Зараження рослин на ранній стадії розвитку зазвичай призводить до більш серйозних симптомів захворювання, наприклад, SMV. Для деяких вірусів вищі температури також спричиняють розвиток серйозніших симптомів. Очікується, що такі комахи, як попелиці, матимуть більшу виживаність при більш м'яких зимових температурах, а вищі весняні та літні температури прискорять їхній розвиток і розмноження та призведуть до більш серйозних захворювань. М'які зими підвищують виживаність бур'янів, які є резервуарами вірусів. Збільшення частоти та інтенсивності літніх штормів із сильними вітрами, дощами та градом посилює пошкодження рослин і призведе до збільшення передачі вірусів механічними засобами. Відомо також, що при підвищеній температурі повітря симптоми вірусних захворювань часто маскуються, іноді взагалі не помітні, що значно ускладнює візуальну діагностику та контроль за цими збудниками.

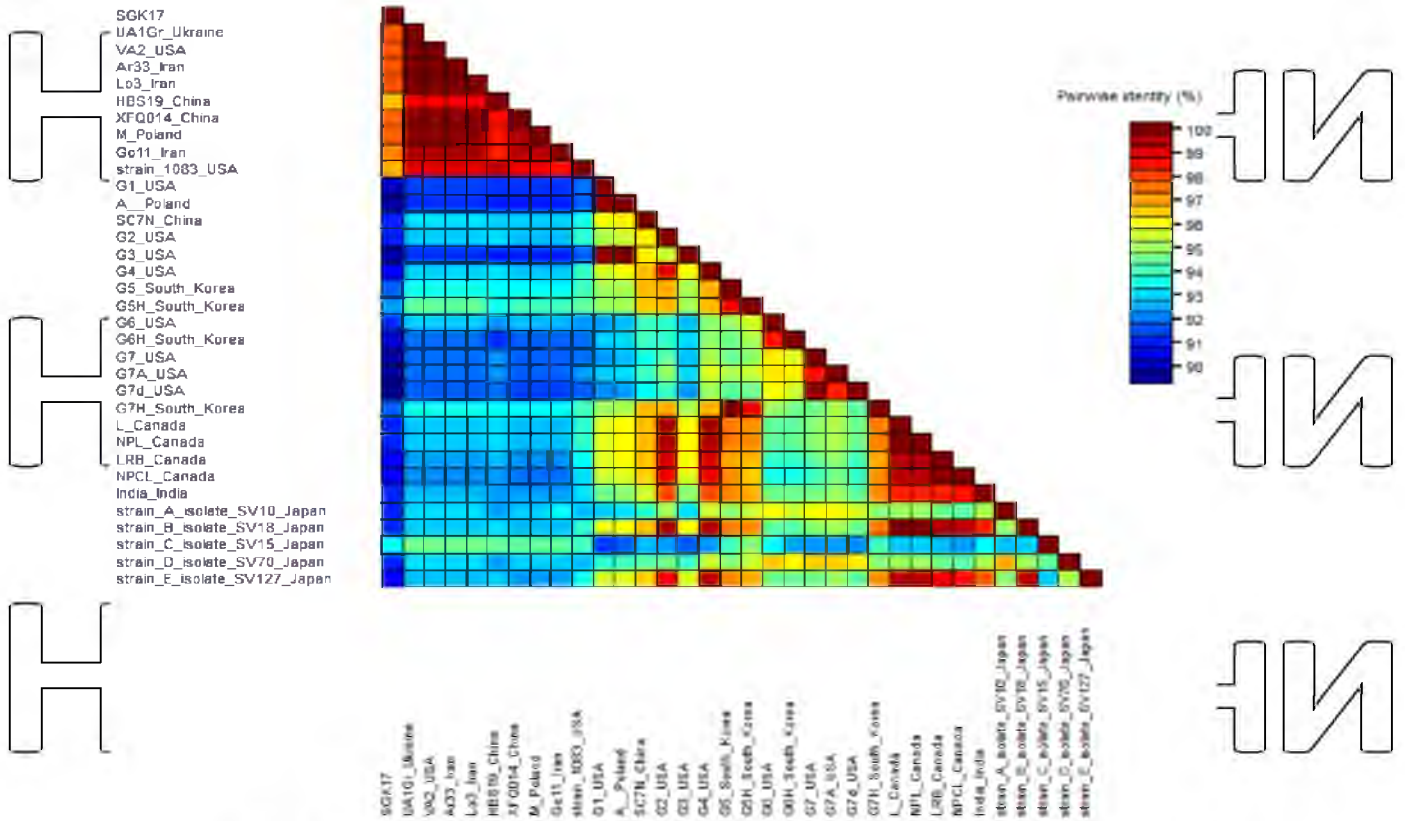
Молекулярне дослідження ізоляту SMV SGK-17 показало, що найвищий рівень ідентичності нуклеотидних послідовностей (97,9%) та амінокислотних послідовностей (97,2%) він має з українськими ізолятами, іранськими, китайськими ізолятами, американським ізолятом VA2 та польським ізолятом M (Мал.3).

Щоб дослідити еволюційні сили, що діють на ген SMV_{CP}, значення dN/dS були розраховані для всіх послідовностей SMV_{CP}, включених до нашого дослідження. Це співвідношення вказує на кількість

несинонімічних до синонімічних мутацій. Співвідношення dN/dS для ізоляту SGK-17 порівняно з усіма іншими ізолятами становило 0,0536. Загальне співвідношення dN/dS для всіх послідовностей, взятих для дослідження, становило 0,014 ($p < 0,01$). Це свідчить про більшу нуклеотидну різноманітність ізоляту SGK-17 порівняно з ізолятами SMV з інших країн.

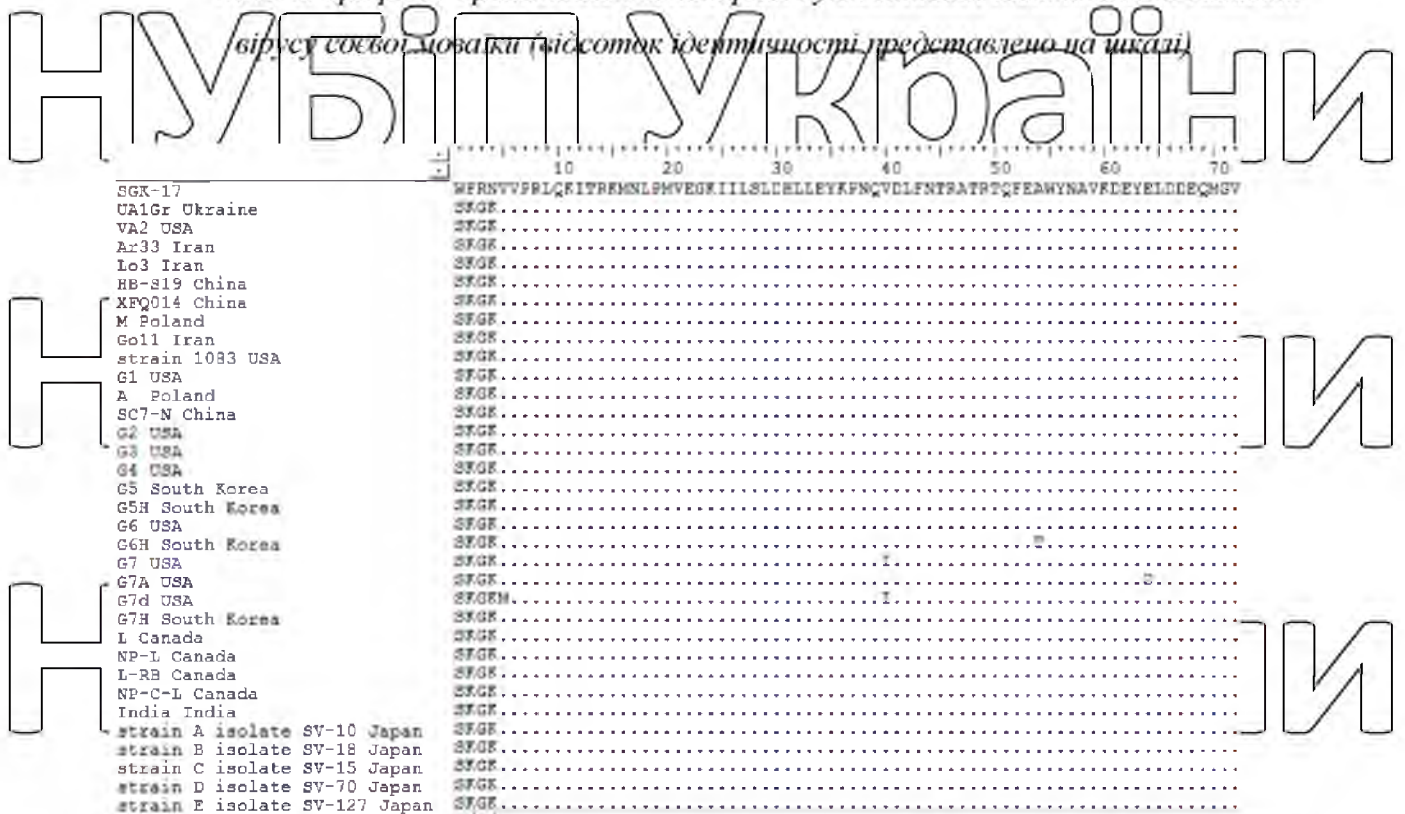
SGK-17 має чотири амінокислотні заміни в ділянці 430 нт гена білка оболонки: у позиції 1 (Ser→Trp), у позиції 2 (Lys→Phe), у позиції 3 (Gly→Arg) і в положення 4 (Lys→Asn) (Мал.4).

Слід зазначити, що ми виявили однакову заміну «aa» для всіх ізолятів SMV з ГМ сої, які ми вивчали. Це була заміна aa Ser→Trp у позиції 1. Відомо, що лише кілька змін однієї амінокислоти біля С-кінця CP деяких штамів SMV призводили до неможливості передачі насіння. Було також знайдено кілька одиночних нуклеотидних варіацій (SNV) у різних областях геному SMV, що передається насінням. Таким чином, така заміна може бути пов'язана зі здатністю цих ізолятів SMV інфікувати ГМ сою.



Мал. 3. Графічне представлення попарної нуклеотидної ідентичності ізолятів

вірусу своєї мовки (відсоток ідентичності представлено на шкалі)



Мал. 4. Порівняння амінокислотних послідовностей фрагмента CP ізоляту SGK-

17 з іншими ізолятами штаму SNA. Цифри вище представляють положення амінокислот. З кражками "." позначені ідентичні амінокислоти, буквами - заміни амінокислот

3.1.5 Висновки з проведених досліджень

Таким чином, було показано, як трансгенні сорти сої уражаються вірусом соєвої мозаїки.

Встановлено, що СМВ значно знижує врожайність і продуктивність рослин сої.

Встановлено, що, незважаючи на генетичні модифікації, продуктивність уражених СМВ рослин значно знижується. Молекулярне дослідження ізоляту SMV SGK-17 виявило aa заміни, які можуть бути

залучені до здатності вірусу інфікувати ГМ сорти сої. Показано, що

важливу роль в урожайності сої відіграють ГТК, а отже, і коефіцієнт

відхилення показників агрометеорологічного режиму. Щогодні показники

2018 року суттєво відрізнялися від середніх багаторічних насаджень і були

близькі до рідкісних умов, що в комплексі з вірусною інфекцією призвело

до зниження врожайності сої.

РОЗДІЛ 4

3.1 Вирощування сої в лабораторних умовах

4.1.1 Введення

Широкомасштабне використання насіння сої на харчові, кормові та технічні цілі потребує специфічних селекційних підходів для зведення сортів із покращеними показниками якості, а саме — підвищений вміст білка, жиру, низький вміст інгібіторів трипсину і низька уреазна активність. Основна маса сої йде на одержання харчової олії та шроту. Як сировину тут використовують такі партії сої, що характеризуються підвищеним рівнем олії (21–22 %) та білка (37–38 %). Тоді як для виготовлення таких соєвих харчових продуктів, як молоко, концентрати, ізоляти необхідна високобілкова сировина, де вміст білка становить 42–45 %. Для одержання такого насіння вирощують спеціально створені сорти харчового типу.

Фон мінерального живлення	Густота стояння рослин, тис. шт./га	Вміст, %		Вихід, кг/га		Урожайність, т/га
		білка	олії	білка	олії	
Без добрив	300	36,2	22,2	800,09	490,66	2,60
	500	36,1	21,8	903,44	545,57	2,94
	600	37,9	22,5	916,57	539,86	2,82
	900	37,2	21,4	809,40	465,62	2,41
	1000	37,5	20,8	777,22	431,10	2,44

Джерело: [agronom.com.ua] залежність продуктивності від щільності посадки рослин на 2016-2018 рік

У подальшій селекційній роботі з цією культурою створюються сорти з показниками 38–40 % і 21–22 % відповідно. Крім сортів, як правило, мають у насінні цих компонентів близько 60–62 %. Проте вже

отримані генотипи, які характеризуються підвищенням певних показників.

Останні десятиріччя минулого століття ознаменовані новим відкриттям у біотехнології і практичним втіленням зі створення генетично модифікованих рослин агробактеріальним методом (1994 р. вважається офіційним роком народження ГМ-продуктів)



Джерело: agroelita.info/ SAATBAU презентувала нові сорти сої на Дні поля у ПП

«Західний Буг»

Застарілі сорти менш чутливі до дотримання технологічних тонкощів і за різних технологій дають приблизно однаковий результат до 2 т/га.

Сучасні сорти можуть дати до 5 т/га, однак потребують уважного ставлення та індивідуального підходу.



Джерело: agrocity.info SAATBAU презентувала нові сорти сої на Дні поля у МП «Західний Буя»

Міфи про низьку врожайність сої ультраранніх та ранніх сортів зруйнували нове покоління сортів селекції Saatbau, реалізуючи потенціал продуктивності яких, тісно пов'язана з його адаптивними властивостями — пластичністю та стабільністю. Адже особливістю цієї лінійки сортів є швидкий період дозрівання та відмінна протидія стресовим умовам — від 105 до 115 днів, завдяки чому виробники мають можливість без поспіху розпланувати інші польові роботи в період збирання врожаю. Крім того, практично всі сорти сої мають світлий насінневий рубчик, що є досить важливою ознакою для експорту та переробки.

Характерною особливістю сортів селекції Saatbau є проходження процесу цвітіння, який у них відбувається знизу до верху. На практиці ця особливість дуже корисна. Через стреси в період цвітіння соя може припинити цей процес. Потім, коли стрес минає, цвітіння рослин сої

відновлюється. Але висхідне цвітіння фактично мінімізує будь-які негативні наслідки: на рослині утворюються боби з самого низу до самого верху. Зовсім інша картина відбувається у сортів, цвітіння яких відбувається в напрямку з середини до низу та до верху. При настанні стресових ситуацій рослини таких сортів сої призупиняють цвітіння, а після проходження стресу цвітіння поновлюється, але вже тільки у напрямку з середини до верху. Внизу цвітіння вже не поновлюється. Саме тому сорти сої Saatbau практично завжди потенційно здатні закладати більшу кількість бобів, а отже, формувати більшу врожайність.

А при витриманому балансі якісних показників багато іноземних селекціонерів уже подбали і про оптимальне закладання нижніх бобів, стійкість до вилягання та ряду хвороб, що дозволяє уникнути значних втрат при збиранні врожаю.

Деякі виробники зазначають, що вітчизняна селекція, здебільшого, має обмежений перелік «суперсид» сої в окремому сорті.

4.1.2 Підготовка посівного матеріалу

Насіння сої було замовлено на Станції сільськогосподарських досліджень і розвитку (Турда, Румунія). Основним вихідним матеріалом у цьому напрямі послужив інтродукований, селектований матеріал із Південно-Східної Азії, де вміст білка вже в ті часи становив більше 35 %, а жиру — більше 16 %.

Насіння рослин сої спочатку промивали протягом 10 хвилин проточною водою з-під крана і перемішували протягом 10 хвилин у стерильній дистильованій воді, що містить краплю буфера Tween. Потім насіння промивали в стерильній дистильованій воді для видалення залишків Твіну.

Стерилізацію насіння проводили в 20% дезінфікуючому засобі на основі хлору (<5% активного інгредієнта) протягом 20 хв.

Після стерилізації насіння тричі промивали стерильною деіонізованою водою під ковтаком з ламінарним потоком.



Джерело: agro-setena.com Аналіз насіння сої/СОЯ «МАКСУМ» зразок №61 Перевірка насіння на енергію, схожість, звороби у піску та на фільтрувальному папері. 11.01.2016 рік

Насіння окремо вирощували в скляних пробірках протягом 30 днів на середовищі Мурасіге-Скуга (MS), що містить лише необхідний запас вітамінів, не має в складі регуляторів росту.

Як джерело вуглецю використовується цукор, рослинний агар для утворення м'якого і в'язкого середовища для росту.

Середовище для росту та судини для росту автоклавували протягом 20 хвилин при 0,11 МПа та 121 °C перед використанням, а рН середовища довели до 5,8 за допомогою 0,1 М NaOH та/або 0,1 М HCl перед додаванням гелеутворювача.

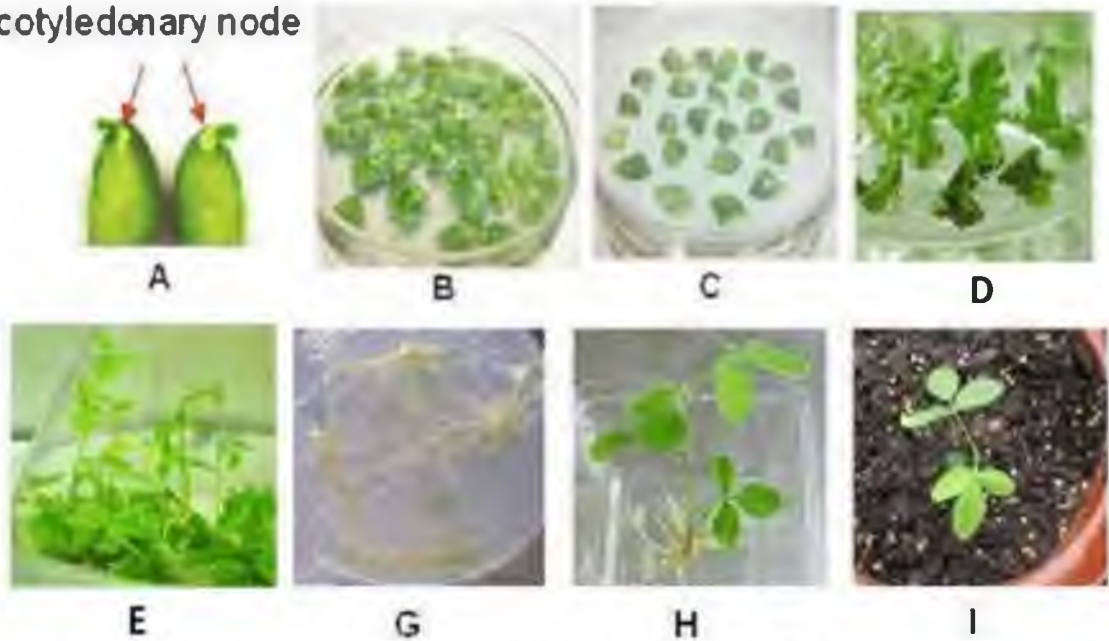


Джерело: Науково-популярний журнал «рослинки з пробірки»

Культуральні посудини склалися зі скляних трубок висотою 140 мм і діаметром 25 мм. Для контрольних зразків у кожній пробірці однієї насінини сої давали прорости у 8 мл необробленого середовища. Інкубацію насіння проводили при кімнатній температурі в камері для вирощування при інтенсивності світла Philips CorePro 1200 мм - 1600 лм Cool Daylight і температурі 23 ± 2 °C.

У 1995 році американській фірмі «Монсанто» вдалося запустити на ринок ГМ-сою Roundup Ready, яка повністю стійка до гербіциду суцільної дії Раундап, де діючою речовиною є гліфосат. В основі цього методу є використання комбінації промотра 35S (PI-35S) вірусу мозаїки цвітної капусти (CaMV) і термінатора NOS (T-NOS). Плазмиди *Agrobacterium tumefaciens*, в яку вбудований цільовий ген, що синтезує блок стійкості до раундапу. Майже за двадцятирічний термін наявності ГМО склались різні думки щодо цього біотехнологічного дітища.

cotyledonary node



Джерело: [Chi Hoang Mau/Thai Nguyen University of Education (TNU) Vietnam]

Genetics & Biotechnology Professor in Genetics & Biotechnology Ph.D.] Трансформація та регенерація сої.

Експланти сім'ядольних вузлів (A);

Експланти інкубують *A. tumefaciens* протягом 30 хвилин (B);

Спільне культивування в темряві протягом 5 днів (C);

Пагони залишали в середовищі подовження пагонів з додаванням 50 мг/л канаміцину для селекції на 2 тижні (D&E);

Пагони перенесли в середовище для укорінення для утворення коренів на 20 днів (G & H);

Вкорінені саджанці перенесли в горщики, що містять суміш рієсового лушпиння та піску (1:1).

4.2 Польові дослідження

Польові дослідження проводились на дослідному полі у 2021-2022 рр. Основним типом ґрунтів земельної ділянки, де проводили дослідження є чорнозем типовий насичений гумусом. Схема досліду включала внесення мінеральних добрив дозами діючої речовини: Без добрив(контроль)

Облікова площа ділянки 30 м². Повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів систематичне. Попередник – пшениця озима. Сор:

сої – Saabau. Технології вирощування, за винятком агроприймів що вивнались, була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України.

У середньому за роки досліджень вплив місткості гумусу у ґрунті збільшував врожайність культур від 10% до 40 % залежно від зворушення і розрихленості землі.

Інтегральним показником ефективності проведення агротехнологічних прийомів вирощування культури є величина господарсько-цінної частини врожаю. Створення оптимальних умов

мінерального живлення для росту та розвитку рослин є важливою умовою формування високопродуктивних агрофітоценозів. Отримані експериментальні дані свідчать, що усі поставлені на вивчення агротехнологічні елементи вирощування мали суттєвий позитивний вплив на формування зернової продуктивності агрофітоценозів таких рослин, як, наприклад, нуту або помідора.



Джерело: agrovio.com.ua/ / Діагностика нестачі елементів живлення у рослин

При нестачі азоту формуються низькорослі рослини з дрібними світло-зеленими листками. Критичний період засвоєння азоту – цвітіння та формування зерна. На щастя ця проблема вирішена ще природою.

Гостру потребу в фосфорі рослина відчуває у початковій фазі росту. При його нестачі листки набувають темнішого, нездорового кольору, затримуються фази цвітіння й досягання.

Якщо у ґрунті не вистачає калію, то молоді рослини сповільнюють ріст, їхні листки стають спочатку жовтувато-зеленими по краях, а потім жовтими. Верхівки та краї листків засихають, ніби від опіків.

При впровадженні мікроклонального розмноження в овочівництві та садівництві слід враховувати ряд факторів:

1. Вибір правильного рослинного матеріалу: Важливо вибрати здорові та продуктивні рослини, які мають потенціал для мікроклонального розмноження.

2. Оптимізація культуральних умов: Умови культурування, такі як температура, вологість та освітлення, мають бути оптимальними для стимулювання росту та розвитку рослин. Зміна умов може вплинути на ефективність розмноження.

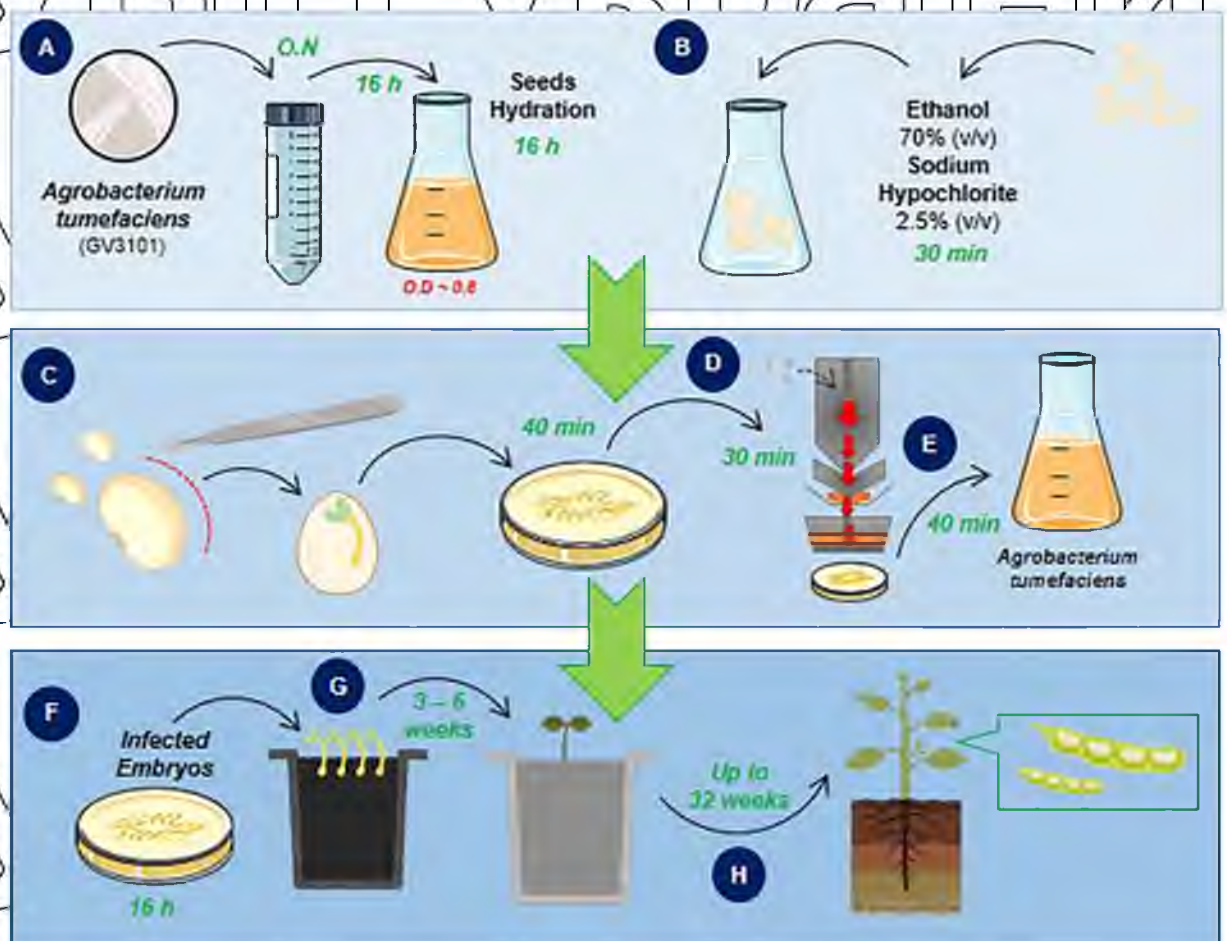
3. Вибір живильних середовищ та регуляторів росту: Різні види рослин можуть вимагати різних живильних середовищ та регуляторів росту для оптимального розмноження. Дослідження та адаптація підходів для конкретних видів овочів є важливим для успіху мікроклонального розмноження.

4. Біотехнологічні контролю: Регулярне відстеження здоров'я рослин та контроль за стерильністю допомагає запобігти зараженню шкідливими мікроорганізмами та забезпечує успіх мікроклонального розмноження.

5. Стабільність генетичного матеріалу: Забезпечення генетичної стабільності та унікальності розмножених рослин є важливим аспектом мікроклонального розмноження. Регулярне моніторинг генетичних властивостей рослин допомагає виявити можливі відхилення від батьківського генотипу.

4.2.1 Трансформація ембріональної осі сої: поєднання біологічних та агробактерійних протоколів для подолання типових ускладнень регенерації рослин *in vitro*

Наступні процедури вводять одноетапний метод трансформації ембріональної осі сої *A. tumefaciens*. Робочий процес описує процес ізоляції ембріонів, інфікування експлантату, спільного культивування рослин і бактерій і передбачуваної регенерації та селекції трансгенних рослин для подолання проблем таких, як низької ефективності. Усі описані кроки були скориговані для трансформації 150 осей ембріонів.



Джерело: [<https://www.frontiersin.org/>] Робочий процес трансформації ембріональної осі сої, спосередкованої Biolistic та *Agrobacterium*

Протокол починається з ізоляції та бактеріальної культури (A)
паралельно зі стерилізацією та гібратцією насіння (B).

Наступним кроком є ізоляція ембріональної сої (C),

бомбардування клітин пагона, які будуть трансформовані та
регенеровані в репродуктивну рослину (D)

інфекція *A. tumefaciens* (штам GV3101) (E).

Після зараження ембріонів відбувається спільне культивування (F),
за яким одразу слідує регенерація рослини (G)

до етапу акліматизації та відновлення рослини (H).

Робочий процес запропонованого протоколу в цьому дослідженні
складається з одноетапного зараження ембріонів сої з подальшою
регенерацією рослин для отримання трансгенних рослин сої. Робочий

процес розділений на три основні частини, які виконуються день за днем
до етапу регенерації рослин, який вимагає до 6 тижнів до акліматизації
розсади.

Соя досить чутлива до тривалості світлого періоду дня, тому про
скоростиглість сорту можливо говорити у відносному розумінні, залежно

від певної географічної широти. Чим вище на північ від екватора, тим день
стає довшим і значна більшість генотипів сої затягує свій ріст і розвиток.
Як правило, північніше 55° широти більшість генотипів не дозріває, тому

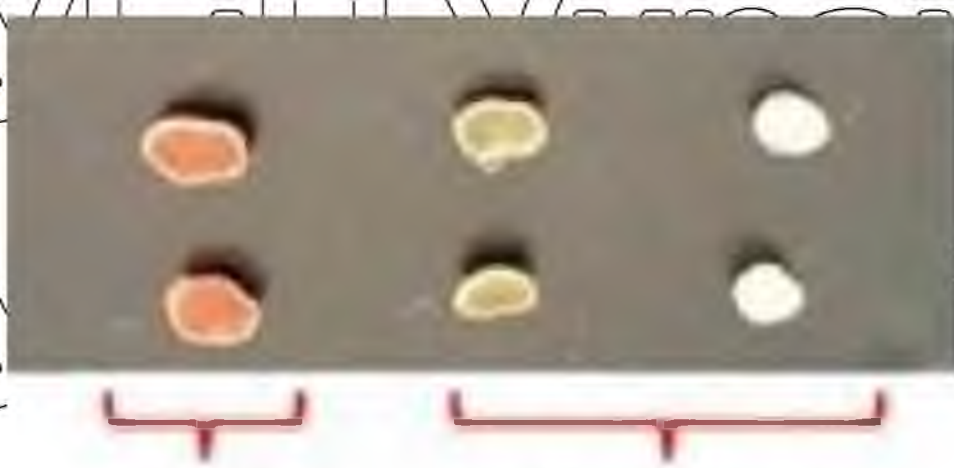
сорти сої адаптовані до вузького поясу географічної широти. Американські
селекціонери вважають, що на кожний градус (приблизно 160 км по
широті) необхідно мати відповідний сорт.

Потрібно відмітити, що сучасний етап селекції сої спрямований на
виведення сортів із більш широкою адаптивною можливістю. Особливо це
стосується скоростиглих форм, у яких фотоперіодична реакція суттєво

знижена. Для створення таких генотипів необхідно добирати батьківські
компоненти схрещування, які характеризуються близькою до нейтральної
реакцією на тривалість світлового періоду. У цьому напрямі для

гібридації використовуються ультраскоростиглі форми слов'янського та маньжурського підвидів зі Швеції, Польщі, Далекого Сходу Росії, Китаю, Кореї, Японії, Канади для стримання бажаного результату.

Поряд із цим, слід не забувати про підвищення насінневої продуктивності, де одним із компонентів схрещування може бути високоурожайний сорт із більш подовженою тривалістю вегетаційного періоду. Якщо схрещувати між собою два скоростиглих сорти, то вони повинні походити з різних екологічних зон (принцип підбору географічно віддалених батьківських форм).



**Активні
бульбочки**

**Неактивні
бульбочки**

Джерело: propozitsiya.com / [Виживання питань бульбочкових бактерій.com](http://vuzivannia-pitannia-bulboczkovix-bakteriyi.com)

В останні роки з'явилися повідомлення про виявлення фотоперіодично нейтральних форм сої, які мають значну цінність для найбільш північних районів соєсіяння. Відомий ряд генів, які суттєво впливають на фотоперіодичну реакцію. Домінантні гени «E 1-5» обумовлюють пізні зацвітання та дозрівання. Для створення ультраскоростиглих сортів потрібно комбінувати рецесивні алелі названих вище генів у одному генотипі.

Завдяки фотоперіодичній чутливості рослин сої у вирощуванні спостерігається наступна картина — розміщення сортів південного екотипу у північній широті збільшується висота рослин за рахунок подовження міжвузля, зростає вегетативна маса зі зменшенням насінневої продуктивності, понижується вміст білку, а через нестачу суми теплових одиниць сорт може не визріти. А при розміщенні північних екотипів південніше відбувається навпаки. Враховуючи таку особливість цієї культури, слід підходити науково обгрунтовано до вибору сорту, бо значною мірою буде залежити в подальшому його рівень урожайності, що є суттєвим при сучасних технологіях.

Перевірити забезпеченість сої можна легко й швидко.

Якщо бульбочок на кореневій системі менше 5 на одну рослину і вони сірого кольору всередині — є потреба в підживленні. Коли бульбочок багато, вони крупні, з рожевою м'якоттю азотфіксація йде активно і підживлення не потрібне.



Джерела: 1 - agrostarte.biz.ua

2- «поліпшувач біопрепарат для сої» "Аграрний тиждень, Україна"

«Виробники застосовують різні схеми на основі власного досвіду. За умови якісно розвиненої кореневої системи з бульбочковими бактеріями потреби у позакорневих живленнях немає. Дехто вважає критичною фазою кінець цвітіння та додає азот, молібден або стимулятори для запобігання абортції бобів. Дехто – сульфат магнію на початок цвітіння. Різні схеми працюють по-іншому у розрізі років», – кажуть спеціалісти «Заатбау Україна».

4.2.2 Стерилізація та динаміка калюсоутворення

Матеріали і методи

Об'єктом досліджень були різні сорти сої (*Glycine max*): «Хорол», «Танаїс», «Кубань», «Те рек», «Черемош граніт», надані Українською асоціацією виробників і переробників сої.

Стерилізацію насіння обраних сортів сої здійснювали в ламінарному боксі за наступною схемою: насіння обробляли 70 % розчином етирду протягом 5 хв та залишали в 100 % гіпохлориті натрію (комерційний відбілювач «Білизна») протягом 30 хв. Оброблений матеріал промивали стерильною дистильованою водою тричі по 10 хв. Після промивання стерилізоване насіння висаджували в пробірки та лабораторні банки з поживним середовищем Мурасіге і Скуга (MS).

Насіння культивували при температурі 23 ± 1 °C, фотоперіоді 16/8 год (день/ніч) та інтенсивністю освітлення 2000–3000 люкс. Пророщування рослинного матеріалу досліджуваних сортів спостерігали на 6–8 тижднів культивування. Для мікроклонального розмноження використовували апекс 1,5–2-місячних рослин кожного з досліджуваних сортів. Підтримання отриманих культур *in vitro* відбувалось на живильних середовищах MS.

Поживні середовища для пророщування матеріалу готували з використанням солей MS («Sigma», США) з додаванням відповідних вітамінів, 2 % сахарози та 8 % агару («Sigma», США) з рН 5,6–5,8.

Приготовані середовища стерилізували в автоклаві при 120 °С протягом 20 хв.

Після зниження температури в камері автоклаву до 50–60 °С середовища розподіляли у відповідний стерильний посуд.

З метою дослідження здатності до калюсогенезу різних сортів сої в якості експлантів використовували стеблові частини рослин, такі як гіпокотиль 5–10 мм довжиною та міжвузля, які відбирали на 4–6 тижднів пророщування насіння, а також зародки.

Для індукції калюсогенезу використовували середовища MS з додаванням 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д), нафтаїноцтової кислоти (НОК), кінетину (Кін), 6-бензил-амінопурину (БАП), рН 5,6–5,8.

Аналіз ростової реакції калюсу здійснювали за допомогою виміру швидкості росту клітинної маси та ростового індексу. Для достовірності отриманих результатів усі досліди проводили у трьох повтореннях для кожного сорту сої, по 10 чашок Петрі для кожного досліджуваного фітогормону.

Морфологічно калюси розрізняли за кольором, структурою поверхні та щільністю. Для рахунку ростової реакції проводили визначення площі калюсів на 10, 20, 30, 40, 50 і 60 добу культивування.

Статистичну обробку результатів проводили, розраховуючи середні величини, їхні середньоквадратичні відхилення та похибки. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми використовували критерій Стьюдента. Розбіжності вважали статистично достовірними за $P < 0,05$.

Результати та обговорення

У культуру були введені 5 сортів сої (*Glycine max* (L.)): «Хорол», «Танаїс», «Кубань», «Терек», «Черемош граніт». Вихідним матеріалом слугувало насіння сої. Для отримання асептичних проростів насіння стерилізували розчином етилового спирту (5 хв), гіпохлоритом натрію (15, 20, 25, 30 хв) та промиванні (тричі) у стерильній воді. Серед декількох

розроблених схем стерилізації матеріалу нами було встановлено, що при обробці насіння 70 % розчином етилового спирту (3 хв), гіпохлоритом натрію (30 хв) та промиванні (тричі) у стерильній воді ефективність стерилізації виявилась найвищою (100 %). Далі оброблений матеріал висаджували на поживні безгормональні середовища MS.

Пророщування насіння спостерігалось на 6-8 тижнів. Отримані таким чином рослини мікроклонально розмножували в стерильних умовах. Було встановлено, що оптимальний вік рослин для мікроклонального розмноження складав чотири – шість тижнів. Однак при подальшому культивуванні спостерігали інгібування процесу калюсогенезу, калюс поступово гинув. Слід відзначити, що 70 % мікроклонально розмножених шести-восьмитижневих рослин не укорінювались. Після отримання стерильної культури для кожного з сортів сої відбирали матеріал для наступного калюсогенезу.

Для дослідження впливу різних фітогормонів на динаміку калюсогенезу різних сортів сої у різних типах експлантів нами було використано 2,4-Д, НОК, Кін, БАП в наступних концентраціях та комбінаціях

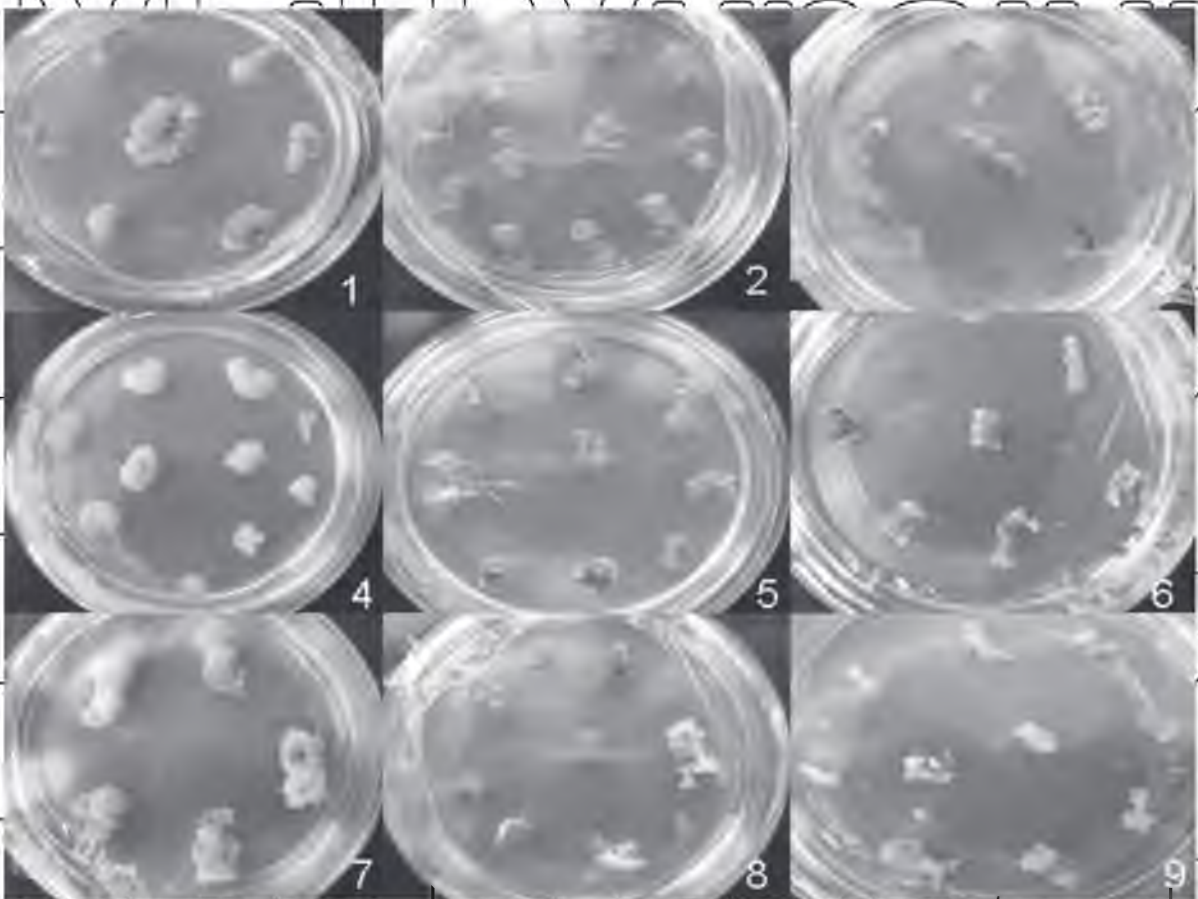
Таблиця 1 Концентрації фітогормонів у поживних середовищах для калюсоутворення

№	Склад середовища мг/л	Позначення
1	MS+НОК 5 + БАП 5+2,4 – Д 5	S1
2	MS+НОК 3 + Кін 3	S2
3	MS+2,4 – Д 0,5 + Кін 0,5	S3
4	MS+НОК 5 + БАП 0,25	S4
5	MS+НОК 1 + БАП 0,25	S5
6	MS+НОК 1	S6

У результаті проведеної роботи було встановлено, що на середовищах S1, S2, S3 спостерігався найбільш ефективний приріст калюсу на зародках та гіпокотильях у порівнянні з міжвузлями.

Максимальна частота калюсоутворення спостерігалася у таких експлантів сої, як гіпокотиль та зародки у сортів «Хорол», «Танаїс», «Кубань» на середовищі S1. Інтенсивне утворення калюсної тканини встановлено для експлантів сої сортів «Хорол», «Танаїс», «Кубань» на середовищі S2 та S3.

На середовищах S4, S5, S6 приріст калюсу не відбувався.



[Джерело] Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Том 17

Рис. 1. Калюсоутворення таких сортів сої:

сорт «Хорол» 1) зародки 2) гіпокотиль; 3) міжвузля;

сорт «Танаїс»: 4) зародки; 5) гіпокотиль; 6) міжвузля;

сорт «Кубань»; 7) зародки; 8) гіпокотиль; 9) міжвузля.

Масштаб 9 см

Експланти витримували у термостаті при температурі 26 °С у темряві в чашках Петрі на поживних середовищах з певним складом фітогормонів. У результаті проведеного дослідження було встановлено, що на сортах «Терек» та «Черемош граніт» калусоутворення майже не спостерігалось. Появу первинного калусу спостерігали на 8-10 день на сортах «Хорол», «Ганаїс», «Кубань».

Калус розвивався у значної більшості експлантів, введених в культуру. В якості найкращого експланту було обрано зародки, тому що вони давали найбільш ефективний приріст калусної маси для всіх досліджуваних сортів сої (Рис. 1 (1, 4, 7)). Гіпокотиль давав значний приріст калусної маси порівняно з міжвузлями, але не достатньо швидко в порівнянні з зародками (Рис. 1 (2, 5, 8)). Міжвузля виявили меншу інтенсивність калусоутворення (Рис. 1 (3, 6, 9)).

При пересадці калусу на свіже середовище його зростання продовжувалось. Морфологічно калуси розрізняли за кольором, структурою поверхні та щільністю. Калус зародків на всіх сортах мав світло-жовте забарвлення та пухку консистенцію поверхні. Калус гіпокотилів характеризувався жовто-коричневим кольором, був щільної консистенції, в той час як калус, що утворювався на міжвузлях був світло-зеленого кольору, дуже м'який та водянистий за структурою, нежиттєздатний.

У цілому, укорінення всіх регенерантів спостерігали на шостий-восьмий тиждень культивування на відповідному середовищі.

Динаміку приросту біомаси калусу сої вивчали на середовищі MS з додаванням NAA – 5 мг/л + BAP – 5 мг/л + 2,4 D – 5 мг/л (S1), MS з додаванням а НОК 3 мг/л + Кін 3 мг/л (S2), MS з додаванням 2,4-Д 0,5 мг/л + Кін – 0,5 мг/л (S3). Крива зростання калусу на трьох досліджуваних середовищах представлена на Рис. 2.

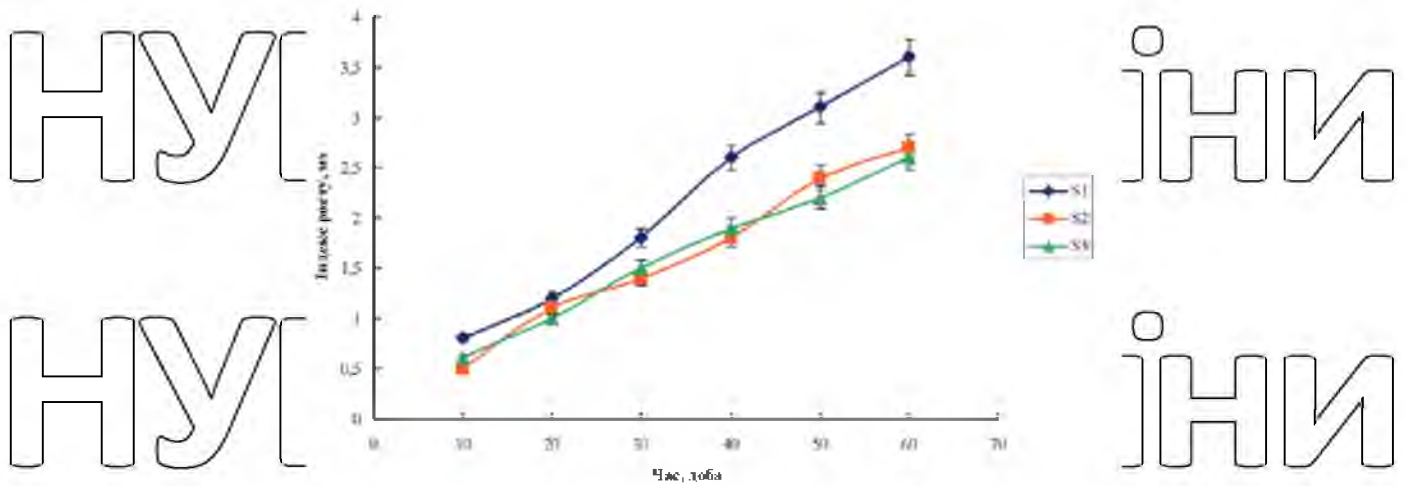


Рис. 2. [Джерело: Фактори експериментальної еволюції організмів // Введення в культуру *in vitro* різних сортів сої (*Glycine max* (L.) Merr.), стерилізація та динаміка калусоутворення]
 Динаміка приросту біомаси калусу зародка
 Усі результати є достовірними ($P < 0,05$)

Висновки

Виявлено, що ефективність калусоутворення залежала від мінерального і фітостероного складу живильного середовища, типу експланта та місця зростання рослини-донора експланта. Оптимальним поживним середовищем для індукції структурованого та щільного калусу виявилось середовище ST (MS + НОК 5 мг/л + БАП 5 + 2,4 мг/л + Д 5 мг/л). Калусогенна активність на гіпокотилі та зародках була вища, ніж у міжвузлях

4.2.3 Ідеальні умови для ідеального врожаю



Джерело: Фітоплат на Сою. Ідеальні умови для ідеального врожаю.

Сою є доволі вимогливою культурою до умов вирощування. Оптимальні температури на початкових етапах росту і розвитку мають становити 12–16 °С, а для забезпечення подальшої вегетації рослини температурний режим повітря повинен бути у межах 18–25 °С. Крім того, для цвітіння сої мінімальна температура має становити 16–18 °С, сприятлива – 19–21 °С, оптимальна – на рівні 22–25 °С. У період формування бобів і насіння мінімальна температура повітря має становити 13–14 °С, сприятлива – 17–18 °С, а оптимальна – 20–23 °С. Мінімальною на момент досягання є температура не менше 8 °С, сприятливою – 13–16 °С, оптимальною – 18–20 °С. Призупинення ростових процесів відбувається за перевищення температур повітря 33–36 °С.

Для отримання дружних сходів культурі необхідно 130–160% вологи від своєї ваги, а орний шар ґрунту має містити не менше 20 мм її обсягів. Слід зауважити, що культура має транспіраційний коефіцієнт 500–600, а для формування 1 т урожаю може споживати від 900 до 1500 м³ води.

Сою відноситься до культур короткого дня і є значно чутливою до зміни тривалості освітлення. Тобто тривалість її вегетаційного періоду залежить від тривалості дня.

Со́я значно реагує на родючість ґрунтів, зокрема на рН ґрунтового розчину – оптимальні умови для росту і розвитку рослин складаються при рН ґрунту 6,5–7,0. Незважаючи що рослина має стрижневу кореневу систему, вагомим у вирощуванні сої є показник щільності ґрунтів, оптимальне значення якого має варіювати на рівні 1,1–1,25 г/см³.

З огляду на біологічні потреби та фізіологічні особливості культури для отримання економічно обґрунтованого рівня врожаю вся технологія має орієнтуватись на раціональне збереження та використання вологи – від вибору попередника до проведення всіх обробітків ґрунту.

Так, для сої є хорошими попередниками озимі та ярі зернові культури, збір яких з полів проводять у ранні терміни, що сприяє додатковому накопиченню вологи в осінній період.

Оптимальним є обробіток ґрунту, який забезпечить утворення необхідної щільності – на рівні 1,1–1,25 г/см³ на глибину 25–30 см без формування ущільнення, адже коренева система культури може сягати 1,5 м. Крім того, передпосівний обробіток має сформувати рівне і незначно ущільнене насінневе ложе з підпертою вологою.

Со́я є однією з культур яким необхідно споживати найбільше азоту для свого росту і розвитку.

Тому під час розробки технології вирощування сої для отримання високих урожаїв маємо звернути увагу на вміст не лише фосфору і калію у ґрунті, але також на магній, кальцій та сірку, яких культура споживає також багато. Оптимальна норма: $K_{20-40}P_{20-40}S_{20-30}Mg_{20-30}Ca_{60-80}$. Проте можна скористатись дозою добрив, розрахованою відповідно до вмісту елементів у ґрунті.

Під час вибору строку посіву потрібно зважати на те, що со́я є доволі вимогливою до температурного режиму:

- мінімальна температура проростання насіння – +7...+8°C
- оптимальна температура проростання насіння – +15...+20°C

- мінімальна температура з'явлення сходів – $+8...+10^{\circ}\text{C}$
- температура, що зумовлює пошкодження сходів – $-2...+3^{\circ}\text{C}$.

Отже, оптимальним є строк посіву для сої, коли ґрунт прогрівається до $12-14^{\circ}\text{C}$ для звичайних сортів, а для ГМО – у межах $9-10^{\circ}\text{C}$, що обумовлено їх децю вищою стійкістю до стресових чинників.

Вибираючи глибину посіву, слід зважати, що соя є доволі вимогливою до вологи, зокрема для отримання дружних сходів в орному шарі ґрунту обсяги вологи мають становити $20-30$ мм, адже для набухання і проростання насіння культура потребує $130-160\%$ вологи від його маси.

Зауважимо, що оптимальна глибина посіву сої становить $3-4$ см, тому передпосівний обробіток ґрунту необхідно проводити саме на таку глибину. А в умовах зони нестійкого та недостатнього зволоження глибину посіву можна збільшити до $5-6$ см

4.3 Ріст сої і збір врожаю

Головні фактори, які слід врахувати, плануючи вводити сою у сівозміну або ж збільшувати під нею площі:

1. Загальна вартість технології вирощування з урахуванням системи захисту, можливості поливу, потребу у добривах на основі агрохімічного аналізу.
2. Придатність ґрунтів та кліматичних умов регіону саме до вирощування сої, тривалість та час настання посушливих періодів на основі спостережень за останні 3 роки.
3. Ціна на урожай сої та урожайність, яку можна отримати.
4. Наскільки складною та вартісною вийде логістика під час збирання культури.

4.3.1 Описання дорослої, готової до збору рослини

Соя має грубий стрижневий корінь, який проникає на глибину ґрунту 1,5-2 м. Також є довгі бічні корені. Основна маса коріння залягає в орному шарі. Глибина залягання кореневої системи залежить від сорту та умов вирощування.

Стебло сої має висоту від 0,2 до 2 м, може бути товсте або тонке, прямостояче або витке чи нутуюче. Стебло сої і бокові гілки закінчуються суцвіттям або витягнутою верхівкою, яка несе листки. Основні форми куща — стисла або компактна, проміжна, розкидиста.

Уся рослина покрита опушенням, його колір буває рудий або білий. При досяганні стебло сої набуває жовтого, буро-жовтого, рудого кольору. Листки сої складні, трійчасті з прилистниками. Форма і розмір листка різні навіть на одній рослині. Суцвіття — багатоквіткова проста китиця, що має 15-26, а іноді більше квіток.

Боби опушені, вкриті волосками, як і вся рослина. Вирізняють крупні боби (6-7 см), середні (4-5 см), дрібні (3-4 см). Кількість насінин у бобі від 1 до 4 (частіше 2-3): зазвичай ця ознака успадковується. На рослині можуть бути від 10 до 350 бобів. Вони розташовуються відносно рівномірно, стисло, у верхній або нижній частині рослини. Висота прикріплення нижнього бобу становить від 2 до 30 см. Це залежить від способу і густоти посіву. Насіння сої відрізняється за формою, кольором і величиною. За формою буває кулясте, овальне і видовжене. Маса 1000 насінин коливається від 45 до 310 г.

ВИСНОВКИ

НУБІП України

Соя, як цінна білково-олійна культура, яка має широкий спектр використання: кормовиробництво, на харчові, технічні цілі та в медицині, — набуває нині дуже важливого значення.

НУБІП України

Ця культура вирізняється унікальною сукупністю ознак якості насіння, має достатньо високу продуктивність, широкий ареал поширення і характеризується високою економічністю виробництва. Саме тому соя за

НУБІП України

обсягами виробництва є провідною бобовою та олійною культурою світу: її експорт становить одну з основних статей світового експорту сільськогосподарської продукції.

Було проведено дослідження економічної значущості сої у світі і в Україні.

НУБІП України

З'ясовано особливості та умови проростання насіння, індукції калусоутворення на різних типах експлантів та тривалого вирощування культури тканин сої. Досліджено періодичність проростання насіння, його схожість, залежність цих процесів від різних чинників; в умовах *in vitro*

НУБІП України

отримано життєздатні морфологічно нормальні рослини, які використовували в якості вихідного матеріалу для подальших досліджень.

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБІП України

1. Dashchenko, A., Dunich, A., Mishchenko, I., Mishchenko, L. (2019).

Influence of abiotic and biotic factors on productivity of transgenic soybean and molecular properties of disease pathogen, 15–25. Отримано з: Scopus: <https://www.scopus.com>

Agriculture & Forestry: <http://www.agricultforest.ac.me>

НУБІП України

2. М. Д. Безуглий. (2023). Micropropagation technology of vegetables of Cruciferae family, 17-21.

НУБІП України

3. Іванюк С. В. (2014). Сучасна селекція сої. Отримано з: Агрономія

Сьогодні.: <https://agro-business.com.ua/>

НУБІП України

4. Tarso Veloso, Isis Almeida, Hallie Gu. (2023). Brazil Is Pushing the US Out of World's Biggest Soybean Market. Отримано з: Bloomberg:

<https://www.bloomberg.com/>

НУБІП України

5. Забейда О.Ф., Жук В.П., Науменко В.Д. (2015). Введення в культуру in vitro різних сортів сої (*Glycine max* (L.) Merr.), стерилізація та

динаміка калусоутворення. Фактори експериментальної еволюції

організмів: 36, наук. пр. — 2015. — Т. 17. — С. 156-159.

НУБІП України

6. Brookes G and P Barfoot. (2020). GM Crops: Global Socio-economic and Environmental Impacts 1996-2018. Отримано з:

<https://pgeconomics.co.uk/pdf/globalimpactfinalreportJuly2020.pdf>

НУБІП України

7. ISAAA. 2019. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops:

2019. ISAAA Brief No. 55. ISAAA: Ithaca, NY. Отримано з:

<https://www.isaaa.org/>

8. Капустіна К. (2019). Математика агробізнесу. Вирощування сої за

класичною технологією. Отримано з: Kurkul.com

9. Решетняк В. О. (2019) Соя в українському господарстві. Отримано з:

AgroBAN: <https://www.youtube.com/@AgroBAN>

10. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у

тваринництві. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. –

К. : Урожай, 2012. – Вип. 71. – С. 3–11.

11. Програма «Розвиток виробництва олійних культур в Україні в 2012–

2015 рр. (по зонах)» // Наук.-практ. щорічник «Посієник

українського хлібороба». – Т. 2 «Селекція і насінництво польових

культур» – 2012. – С. 239–263.

12. Жусібаб Т., Пашук І. (2020) In vitro – сучасний метод розмноження

рослин на практиці. Технологія. Отримано з: Журнал «Ягідник».

<http://www.jagodnik.info/>

13. Кириченко В. В., Посилаєва О. О., Кобизева Л. Н., Гонцій П. І.,

Рябуха С. С. (2016) Селекція сої на стійкість до спеки та посухи.

Навчальний посібник. – Харків. – 2016. – 96 с.

14. Чарівні властивості сої (2018). Отримано з: «Ольгополь»:

<http://olgorol.com.ua/>

15. Гангур В.В. (2022). Матеріали XIII науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва» Полтавський державний аграрний університет, 104 с.

16. Лукомец В.М. Потенциал производства масличных культур в Российской Федерации / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев // Масложировой комплекс России: новые аспекты развития – материалы 4-й Междунар. конф. МПА. – М., 2006. – С. 38–42.

17. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні / В. В. Мойсієнко В. Г. Дідора // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 1 (26). – С. 1-14. – (Сер. : «Загальна екологія та агроекологія»).

18. Бабич А. О. Віддалена гібридизація сої / А. О. Бабич. – К. : Аграрна наука, 2009. – 244 с.

19. Quan Nguyen Huu, Lien Thi Kim Vu, Nguyen Lan, Chu Hoang Mau. (2019). Overexpression of the GmDREB6 gene enhances proline accumulation and salt tolerance in genetically modified soybean plants.

Отримано з: ResearchGate: <https://www.researchgate.net>

20. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Кононенко С. И., Ригер А. И. (2010). Соя в кормопроизводстве : научно-производственное издание, под ред. В. М. Лукомца, Л. Г. Горковенко. – Краснодар, 2010. – 368 с.

21. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. (2012). Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для

розв'язання проблеми білка. Корми і кормо виробництво : міжвід.
темаг. наук. зб. – К. : Урожай, 2012. – Вип. 71. – С. 12–26.

22. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А. О.

Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – К. : Аграрна наука, 2011. 548 с.

23. Гаврилюк М. М. Олійні культури в Україні / М. М. Гаврилюк, В. Н.
Салатенко, А. В. Чехов. – К. : Основа, 2007. – 415 с.

24. Іванюк С. В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до
біокліматичного потенціалу регіону вирощування / С. В. Іванюк // 71
Корми і кормовиробництво: міжвід. темаг. наук. зб. – К. : Урожай,
2012. – № 71. – С. 33–42.

25. Bernard R. L. Two genes for time of flowering and maturity in soybean /
R. L. Bernard // Crop Sci. – 1971. – Vol. 11. – P. 242–244.

26. Сальников В. К. Возделывание сои в США и Канаде / В. К.

Сальников – М., 1972. – 49 с.

27. Бабич А. О. Селекція і зональне розміщення сої в Україні / А. О.

Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Збірник наукових праць СГІ /

НЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 25–38.

28. Оптимізація основних елементів технології вирощування сої / В. В.

Кириченко, П. В. Чернишенко, С. С. Рябуха, Р. Д. Магомедов :

навчальний посібник ; за ред. В. В. Кириченка / НААН, Ін-т

рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2013. – 81 с.

29. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України / Т. І. Адаменко [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.foi.org.ua/ukr/Showart.php> (дата звернення: 3.01.2014).

30. Латиш Л. Г. Зміни режиму вологовмісту ґрунту в Україні у 2011-2015 роках / Л. Г. Латиш, В. М. Хохлов // Фізична географія та геоморфологія. – К. : ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С. 43–49.

31. Шувар І. Успіх у балансі тепла та води / І. Шувар // Агробізнес сьогодні. 2012. № 9 (232). [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.agro-business.com.ua/agronomija-siogodni/1043-uspikh-u-balansi-tepla-ta-vody.html> (дата звернення: 12.12.2013).

32. Лялько І. В. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації / І. В. Лялько, Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов // Український журнал дистанційного зондування Землі. 2014. № 2. С. 18–28.

33. Бабич А. О. Селекція і виробництво сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. – Вінниця, 2008. – С. 14–16.

34. Січкач В. І. Шляхи підвищення урожаю сої в зоні степу / В. І. Січкач // Збірник наукових праць СГІ / НЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 14–24. 72

35. Посилаєва О. О. Адаптивні властивості зразків сої за стійкістю до спеки і посухи і виділення джерел для селекції : автореф. дис. ... на здоб. вч. ступ. к. с. н. / О. О. Посилаєва. – Харків, 2015. 21 с.

36. Спеціальна селекція і насінництво польових культур : навчальний посібник ; за ред. В. В. Кириченка / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х., 2010. – С. 346–362.

37. Петренко Н. І. Культура сої: історія походження і поширення

[Електронний ресурс] / Н. І. Петренко. – Режим доступу : <http://base.dnsgb.com.ua/INB/2007-3/07rniipr.pdf> (дата звернення: 5.02.2014)

38. Корсаков Н. И. Соя (систематика и основы селекции) : автореф. дис.

на соискание уч. степени доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Н. И. Корсаков. – Л., 1973. – 44 с.

39. Генетика сои / А. К. Лещенко, В. Г. Михайлов, В. И. Сичкарь [и др.]

// Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые. – Л. : ВО «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1990. – С. 111–134.

40. Комаров В. Л. Происхождение культурных растений / В. Л. Комаров.

– 2-е изд. – М.–Л. : Сельхозгиз, 1938. – 240 с.

41. Купцов А. И. Введение в географию культурных растений / А. И.

Купцов. – М. : Наука, 1975. – 294 с.

42. Бабич А. О. Соя – стратегічна культура світового землеробства XXI

століття / А. О. Бабич, А. Бабич-Побережна // Пропозиція. – 2006. –

№ 6. – С. 44–46.

43. Тимченко В. Н. Соя – культура XXI століття / В. Н. Тимченко, А. В.

Пилипченко, В. А. Сонеч // Агроперспектива. – 2006. – № 10. – С.

22–24.

44.Побережна А. А. Соя в землеробстві і економіці США / А. А. Побережна, під ред. П. Т. Саблука. – К.: УААН, Ін-т аграрної економіки, 2000. 124 с.

45. Димов О. М. Стан і тенденції розвитку виробництва сої в ринкових умовах / О. М. Димов // Економіка АПК. – 2009. – № 1. – С. 97–102.

73

46.Бабич А. О. Селекція і зональне розміщення сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна // Збірник наукових праць СГП / ІЦНС. – Одеса, 2010. – Вип. 15 (55). – С. 25–38.

47.Тимченко В. Н. Розвиток виробництва сої в Україні і ефективне свиначство [Електронний ресурс] // В. Н. Тимченко.

а. Режим доступу : <http://agro.ua.net/animals/catalog/ag-4/a-0/info/aig-71/>

48.Жмурко О. В. Особливості фенотипового прояву реакції сої на фотоперіод та їх використання в селекції : автореф. дис. на здоб. наук. ст. канд. с.-г. наук : 06.01.05 / О. В. Жмурко. – К., 2002. – 23 с.

49.Cober E. R. Genetic control of photoperiod response in early maturing, near-isogenic soybean lines / E. R. Cober, J. W. Tanner, H. D. Voldeng // Crop Sci. – 1996. – Vol. 36. – P. 601–605.

50.Cober E. R. Early tall determinate soybean genotype

E1E1e3e3e4e4dt1dt1 sets high bottom pods / E. R. Cober, J. Madill, H. D. Voldeng // Can. J. Plant Sci. – 2000. – № 80. – P. 527–531.

51. McBlain B. A. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans / B. A. McBlain, R. L. Bernard // *J. Hered.* – 1987. – Vol. 78. – P. 160–162.

52.

53. Cober E. R. Photoperiod and temperature responses in early maturing, near-isogenic soybean lines / E. R. Cober, D. V. Steward, H. D. Voldeng // *Crop Sci.* – 2001. – Vol. 41. – P. 721–727.

54. Breeding strategies for early soybean in Belarus / V. E. Rosenzweig, D.

V. Goloenko, O. G. Davydenko, O. V. Shablinskaya // *Plant Breeding.* – 2003. – Vol. 122. – P. 456–458.

55. Гангур В.В., Єремко Л.С. Тривалість міжфазних періодів сої залежно

від способів основного обробітку ґрунту. Інноваційні аспекти сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали X науково-практичної інтернет-конференції (присвячена 115 річчю з дня народження професора Є. С. Гуржій). Полтавська державна аграрна академія, 2021. С. 25-29.

56. Ямаучі Ю., Такеда-Камія Н., Ханада А., Огава М., Кувахара А., Сео М. та ін. (2007). Внесок дезактивації гібереліну за допомогою

AtGA2ox2 у пригнічення проростання насіння *Arabidopsis thaliana*, всмоктаного в темряві. *Фізіологія рослинної клітини*. 48, 555–561.

doi: 10.1093/pcp/pcm023

57. Yi, C., Hong, Y. (2019). Оцінка кількості копій трансгенів у

трансформованій бавовні за допомогою кількісної ПЛР у реальному часі. *Методи мол. Біол.* 1902, 137–157. doi: 10.1007/978-1-4939-8952-

2_11

58. Ямада, Т., Такагі, К., Ісімото, М. (2012). Останні досягнення в трансформації сої та їх застосування для молекулярної селекції та геномного аналізу. Порода. Sci, 61, 480–494. doi/10.1270/jsbbs.61.480

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України