

Міністерство освіти і науки України

Державний заклад

«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально- науковий інститут природничих і аграрних наук

Кафедра біології та агрономії

Коновалов Віктор Геннадійович

**ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДАМИ СОНЯШНИКУ
НА ФОНІ РІЗНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**


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

Миргород – 2025

ЗМІСТ

Стор.		
ВСТУП.....		3
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....		6
1.1.	Особливості проходження стадій росту та розвитку рослин сояшнику.....	6
1.2.	Вирощування сояшнику в агроценозах за різною густрою стояння рослин.....	17
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ		31
2.1.	Ґрунтово-кліматичні умови проведення дослідження.....	31
2.2.	Методика виконання досліджень.....	33
РОЗДІЛ 3. Особливості розвитку та формування врожайності гібридами сояшнику за різною щільністю посівів		37
3.1.	Ріст і розвиток рослин сояшнику за різною густрою стояння рослин	37
3.2.	Вплив густоти стояння рослин на продуктивність рослин та рівень врожайності гібридів сояшнику.....	45
4.	Економічна ефективність вирощування гібридів сояшнику за різною густрою стояння рослин.....	52
Висновки.....		54
Рекомендації виробництву.....		56
Список використаної літератури.....		57

ВСТУП

Актуальність проблеми дослідження.

Вирощування соняшнику відіграє важливе значення у функціонуванні сільського господарства. Отримане товарне насіння соняшнику в значній мірі сприяє забезпеченню економічного стану та продовольчої безпеки країни за рахунок попиту як в мережах країни так і на зовнішньому ринку. При посівній площі соняшнику у світі 25-26 млн. га, в Україні у 2021 р. соняшник вирощувався на посівній площі близько 6 млн. га.

Технології вирощування соняшнику спрямовані на отримання найбільш високої врожайності гібридів і сортів цієї культури.

В аспекті підвищення врожайності соняшнику існує два шляхи – селекційно-генетичний, який передбачає створення нових сортів і гібридів, та агротехнічний, який передбачає розробку та впровадження у технології вирощування сортових агроприйомів. З урахуванням впливу умов середовища на формування генотипами продуктивності рослин, найбільш вагомим фактором підвищення врожайності є поєднання в одному комплексі підбор технологій вирощування гібридів соняшнику та елементів сортової агротехніки.

Для підвищення врожайності та ефективності використання факторів середовища життєдіяльності рослин соняшника ефективним агрономічним прийомом сортової агротехніки є застосування в технології раціональної передзбиральної густоти стояння рослин в агроценозі гібрида. Щільність агроценозу соняшнику, яку створюють та підтримують кількістю рослин, є сильним визначальним фактором формування врожайності сортів та гібридів.

Оптимальна та раціональна густина стояння рослин в агроценозі, обраного для вирощування гібриду соняшнику з урахуванням його біологічних властивостей, може вирішувати питання більш повного використання відновлюваного ресурсу середовища вирощування та сприяти

гармонійному розвитку рослин в агроценозі рослин гібриду, забезпечуючи формування продуктивності та врожайності.

Таким чином, вивчення та встановлення в умовах Лісостепу України оптимальної густоти стояння рослин гібридів соняшнику різної групи стиглості в технологіях вирощування обумовлює актуальність проведення досліджень елементу сортової агротехніки такого напрямку.

Мета та завдання дослідження

Мета роботи – спрямована на виконання дослідів по вивченню та встановленню густоти стояння рослин гібридів соняшнику різних груп стиглості, особливостей формування агроценозами гібридів продуктивності та врожайності при різній густоті стояння в умовах Лісостепу України в період вегетації .

Об'єкт дослідження – вплив густоти стояння агроценозів гібридів соняшнику з різним періодом вегетації на формування продуктивності в умовах даної зони вирощування.

Предмет дослідження – гібриди соняшнику різних груп стиглості, , густота стояння рослин агроценозу, продуктивність, врожайність.

Методи дослідження – оцінка отриманих результатів дослідів забезпечувалась застосуванням в дослідницькій роботі таких методів: емпіричні – польові, лабораторно-польові; теоретичні – аналіз наукових джерел та отриманих результатів, порівняння, зіставлення, моделювання; статистичні – дисперсійний та кореляційний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів –

В результаті проведення дослідів в умовах Лісостепу України нами було вивчено та підтверджено експериментально ефективність використання в технології вирощування соняшнику такого елементу сортової агротехніки як густоти стояння рослин відповідно до біологічних властивостей гібридів різної групи стиглості. Для гібридів соняшнику встановлена оптимальна

передзбиральна густина стояння рослин агроценозу, що сприяє забезпеченню максимально можливої врожайності даних гібридів.

Практичне значення одержаних результатів – впровадження розробленого агротехнічного прийому використання різної густоти стояння рослин агроценозу в практику може застосовуватись з урахуванням підбору гібридів соняшнику для ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України.

Результати наших досліджень свідчать про можливість застосування науково обґрунтованих густот стояння рослин в технологіях вирощування гібридів соняшнику.

Отримані результати проведеного наукового дослідження рекомендуються нами для застосування в учбовому процесі при викладанні дисциплін агрономічного напрямку «Рослинництво з основами кормовиробництва», «Землеробство» та інші для студентів спеціальності 201 «Агрономія» Луганського національного університету імені Тараса Шевченка та інших профільних навчальних закладів.

Особистий внесок – магістрант самостійно розробив схему польового дослідження, провів дослідження в умовах сільськогосподарського підприємства, особисто проаналізував літературні наукові джерела, опанував методики проведення польових досліджень, визначив деякі проблеми у їх реалізації, самостійно проаналізував отримані експериментальні дані.

Структура роботи. Представлена нами магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаної літератури. Зміст роботи висвітлено на 70 сторінках основного тексту, який містить 9 таблиць, 8 рисунків, 115 посилань на літературні джерела.

РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Особливості проходження стадій росту та розвитку рослин соняшнику

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) важлива олійна культура у світі і належить до сімейства айстрових і є аборигенною культурою у Північній Америці. Соняшник був завезен в Європу в 1510 іспанськими дослідниками (Fernandez-Martinez et. al., 2009; Molla et. al., 2022).

Соняшник є одна з найважливіших олійних культур, яка забезпечує ефективне використання польових сівозмін в богарних умовах в сільськогосподарських підприємств (Mohammadi et. al., 2012).

Перевага вирощування соняшнику заключається в тому, що олія соняшникова має високий вміст жирних кислот, що не синтезуються організмом людини (ліноленова і олеїнова кислоти) і використовується в харчовій промисловості на заміну оливкової олії (Akbari et. al., 2011; Meydani et. al., 1991).

Олія, яка отримується з насіння соняшнику використовується для виробництва біодизелю, використання якого сприяє зниженню негативного впливу невідновлюваних джерел енергії, які надають дуже негативний вплив на навколишнє середовище та суспільство (Coelho et. al., 2022).

Попит на сировину соняшнику обумовив розширення посівних площ культури і потребує отримання в умовах виробництва високої врожайності.

Розуміння особливостей проходження стадій в процесі розвитку рослин соняшнику в значній мірі дозволять розробляти та застосовувати у виробництві як технології вирощування так і окремі елементи сортової агротехніки, які вирішують проблему конструювання та управління агроценозом сортів і гібридів соняшнику, щоб отримувати високий рівень врожайності.

В процесі росту та розвитку рослин соняшнику в них постійно відбуваються процеси фізіологічних та морфологічних змін, які визначають

фенологічні стадії розвитку рослини, а в кінцевому рахунку визначають врожайність сортів і гібридів. Такі процеси в рослинах генетично детерміновані та перебувають під впливом навколишнього середовища та умов вирощування, які складаються під дією застосування агроприйомів технологій. Фенологічних стадій, які проходять рослини соняшнику під час свого розвитку, визначаються стадіями розвитку (рис. 1).

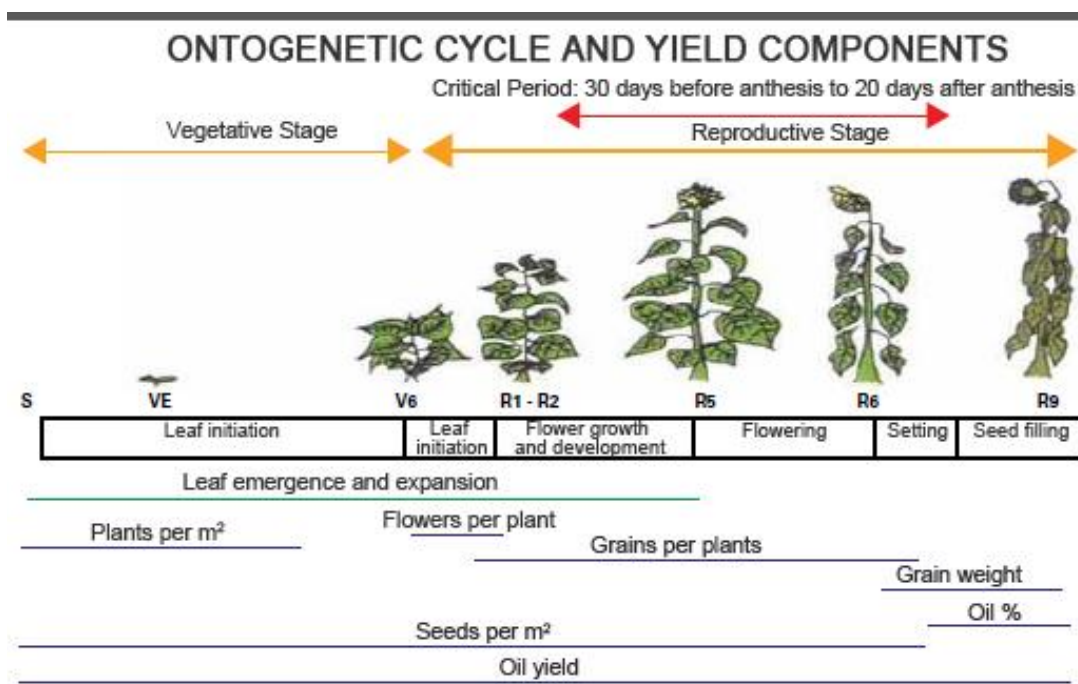


Рисунок 1. Стадії розвитку рослин соняшнику.

Знання особливостей проходження рослинами соняшнику стадій, дозволяє співвідносити їх з часом виникнення різних факторів навколишнього середовища та проблем управління агроценозом і краще зрозуміти реакцію генотипів (Аксёнов и др. 2020а). У визначенні фенологічних стадій соняшнику на етапах розвитку рослин використовують шкалу стадій розвитку рослин соняшнику та ідентифікацію морфологічних ознак рослин у визначенні фенофаз та в управлінні ростом розвитком агроценозів з метою розкриття гібридами вищого генетичного потенціалу врожайності (Аксёнов и др., 2020б; Schneiter and Miller, 198).

Першим етапом в розвитку соняшнику – є етап сівба-поява сходів рослин (S-VE).

Сівба – один з найважливіших моментів технології вирощування соняшнику, оскільки правильно виконаний – основа формування фенотипової однорідності рослин. Фенотипічну однорідність рослин визначає кількість рослин на одиниці площі – густина стояння рослин (1-й компонент урожайності). Для гарного проростання насіння та дружної появи сходів рослин найбільш впливовими факторами є правильно з'єднаний контакт насіння з посівним ложем ґрунтів, наявність вологи в посівному шарі ґрунту, температура ґрунту на глибині загортання насіння. З агрономічної точки зору дуже важливо забезпечити рівномірне просочування насіння ґрунтовою вологою для початку процесу проростання. Надлишок води на цьому етапі обмежує доступ кисню або нестачу вологи в ґрунті негативно впливають на швидкість, дружність проростання, формування агроценозом густоти стояння рослин, позначаючись зрештою негативно на процесі вегетативного та генеративного зростання генотипів соняшника. Абіотичні фактори відіграють рішуче значення у проростанні насіння та проходження рослинами соняшнику перших стадій свого розвитку. На цих стадіях закладаються основи майбутнього формування врожайності. Формування густоти стояння агроценозу складається з трьох підетапів: сівба через проростання насіння, проростання насіння через появу сходів та появу сходів через першу конкуренцію серед молодих рослин у створеному агроценозі за густотою стояння рослин (Auberto et. al., 2022; Sghaier et. al., 2023)

Сівба насіння соняшника при низькій температурі ґрунту продовжує період відсіву насіння до початку появи сходів, тим самим створюючи сприятливі умови шкідливих комах та ґрунтових грибів. Результатом може бути знижена густина стояння рослин, неоднорідність агроценозу та зниження врожайності. Ефективне проростання насіння соняшнику впливає та визначає на щільність сходів на одиницю площі. Температура та вологість

грунту в цю стадію є ключовими факторами проростання насіння та появи сходів.

Температура відіграє вирішальну роль у процесах стадії проростання насіння, оскільки регулює проникність мембран та активність ферментів, метаболічну реакцію насіння. Розуміння процесів проходження стадії проростання насіння і реакції сходів на температуру має важливе значення, оскільки визначає стійкість генотипів соняшнику до низьких і високих температур, до погодних умов вегетації, за яких насіння проростає і формує повноцінні сходи агроценозів залежно від заданої норми висіву та формування густоти стояння рослин.

Висока температура повітря та ґрунту може пригнічувати проростання насіння через зниження доступності енергії та гідролізатів для насіння, тим самим затримуючи або інгібуючи синтез та активність гідролітичних ферментів, включаючи окислення жирних кислот, розщеплення запасеної олії та глюконеогенез.

Аналогічним чином, нижчі температури сприяють порушенню процесів та затримці мобілізації резервів насіння, що призводить до втрати життєздатності насіння та схожості насіння, до появи зріджених агроценозів соняшника (Alvarado and Bradford. 2003; de Oliveira, et. al., 2013).

Головний чинник, необхідний проходження стадії проростання насіння - це ґрунтова волога. Волога ґрунту є середовищем проходження ферментативних процесів, солюбілізації та транспорту метаболітів, реагентом гідролізу білків, ліпідів і вуглеводів у запасних тканинах насіння, що проростає. Саме тому для проростання насіння необхідна достатня кількість вологи у ґрунті та поглинання насінням ґрунтової вологи. Дефіцит вологи в ґрунті на цій стадії пригнічує здатність насіння поглинати необхідну кількість вологи ґрунту, затримує проростання насіння за рахунок інгібування ферментів, відповідальних за гідроліз крохмалю ендосперму в

метаболізовані цукри та забезпечення енергії для появи сходів та росту рослин (Khaeim et. al., 2019; Wen, 2015)).

Внаслідок дефіциту ґрунтової вологи може значно знижуватися польова схожість насіння, що призводить до нерівномірного та проростання насіння, появи зріджених посівів, зниження врожайності агроценозів (Kunos, et. al., 2022). Стресові ситуації, що виникають внаслідок посухи, дефіциту ґрунтової вологи, сприяють виникненню та прояву окислювального стресу та збільшенню вироблення активних форм кисню в насінні. Це призводить до зменшення об'єму клітин, внаслідок чого клітинний вміст стає більш в'язким, що зрештою викликає процеси денатурації та агрегації білків та поява аномального функціонування ферментів, пов'язаних з фотосинтезом (Hoekstra et. al., 2001).

Наступний етап в розвитку соняшнику уявляє собою стадію – «Поява - фаза ініціювання цвітіння» (VE-V6)

Етап розвитку починається з появи сходів рослин соняшнику та закінчується, коли верхівкова брунька рослини починає диференціювати суцвіття. Тривалість періоду залежить від генотипу соняшнику, температури повітря, фотоперіоду – співвідношення довжини дня та темряви на протязі доби (Hubert J. Dyer et. al., 1959; Gonzalez, 2012).

Етап відноситься до вегетативного росту рослин та характеризується активним наростанням кореневої системи, яка в цей період значно перевищує наростання вегетативної маси надземної частини рослини.

Етап закінчується переходом розвитку верхівкових бруньок від вегетативного процесу до початку репродуктивного процесу, який починає відбуватися через 20-30 днів після сівби, коли у рослин з'являється близько 6 розгорнутих листків. На рослині перші 2-3 пари листя розташовані протилежно, а наступні пари листків розташовані по черзі.

Коли відбувається меристематична зміна або зміна точки росту, в цей період визначається кількість листя, яке буде сформоване рослиною. В

умовах високих температур повітря, високої сонячної радіації та довгого тривалого дня період має тенденцію до скорочення, тим самим зменшуючи кінцеву кількість листя на рослині.

Під час цього етапу рослини соняшнику в своєму розвитку проходять стадії R1, R2, R3, R4.

Стадія розвитку R1 показує початок стадій репродуктивного розвитку рослин соняшнику. Кінцева брунька на рослині продовжуватиме розтягуватися та збільшуватись у розмірах (Berglund, 2007).

Стадії розвитку R2, R3 рослини соняшнику досягають, коли верхня брунька рослини подовжується над найближчим листом (рис. 2).

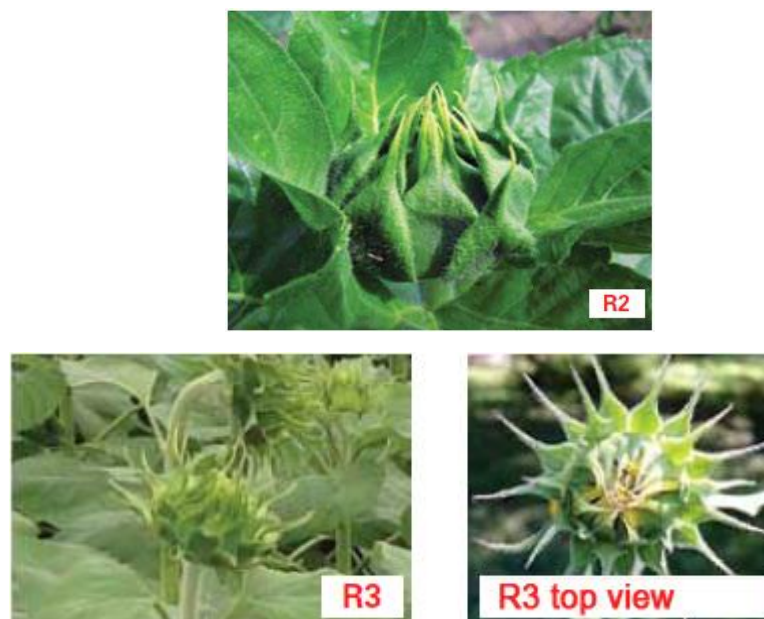


Рисунок 2. Стадії розвитку рослин соняшнику R2, R3.

Стадія зростання R4 починається, коли квітки кошика соняшнику починають розкриватися.

У цей період відбувається найбільша швидкість поглинення рослинами поживних речовин. Між стадіями R3 і R4 відбувається активний розвиток рослин. Листкова поверхня та коренева система досягають 95% свого розвитку.

Температура повітря при проходженні рослинами етапу до початку цвітіння кошиків соняшнику регулює процеси росту та розвитку рослин, визначає швидкість розвитку рослин від появи сходів до початку цвітіння (Ritchie and NeSmith, 1991).

Гібриди соняшнику, що мають більш широкий рівень адаптивності, можуть по-різному реагувати на умови зміни вирощування в цю стадію розвитку. Різна реакція гібридів і сортів на зміну умов вирощування в період від проростання до початку цвітіння визначається індивідуально реакцією кожного генотипу, закладеної в результаті проведеної селекційної роботи.

Встановлення критичних періодів на цій стадії розвитку та реакції генетичного потенціалу гібридів на зміну умов у ці періоди дозволяють в агрономічній роботі визначити та відібрати найбільш високопродуктивні гібриди та сорти соняшнику для технологій, що застосовуються у сільськогосподарських підприємствах (Demir, 2021).

Далі настає в розвитку соняшнику етап початок цвітіння – цвітіння (V6-R5).

В період проходження етапу розвитку рослин «Цвітіння кошику – фізіологічна стиглість» відбуваються стадії розвитку R5 – R9.

На цьому етапі диференціюються квіти та визначається потенційна кількість насіння в кошику, Період етапу диференціювання квіток кошику закінчується на початку цвітіння. Під час цієї стадії продовжується активний розвиток кореневої системи і відбувається розвиток листків. Площа листової поверхні рослин соняшнику визначається генотипом гібрида, температурою повітря та фотоперіодом. За більш високих температур повітря швидкість диференціації квіток кошику збільшується, період, протягом якого відбувається цей процес, скорочується (Fargo and Geise, 1974).

Цвітіння в розвитку соняшнику ідентифікується як стадія R5 і має різні підстадії, Підстадії стадії R5 відзначають на основі проведення оцінок або вимірів відсотка квітів суцвіття, які завершили цвітіння або знаходяться в

стані цвітіння. Наприклад, якщо 30% квітів головного диска завершили цвітіння або знаходяться в квітці, стадія буде рівна R5.3, 80% квітів буде рівна R5.8 і т.д. Стадія R5 – це єдина стадія в розвитку соняшнику, яка має підстадії (Schneite, 1994).

У рослин соняшнику стадія рівня R6 починається в період розвитку, коли цвітіння суцвіття завершується і променеві квітки починають в'янути. На стадії R7 тильна сторона кошику починає ставати блідо-жовтою. На рівні стадії R8 приквітки суцвіття залишаються зеленими. Рослини досягають у своєму розвитку стадії R9, коли тильна сторона кошика і приквітки набувають від жовтого до коричневого кольору. По стадії R9 визначають настання у рослин соняшника фізіологічної стиглості (Seiler and Gulya, 2016).

Умови вирощування, які складуються у період цвітіння або стадій репродуктивного розвитку соняшнику (R5 і R6), які тривають від 7 до 10 днів, визначають кількість насіння, яке зав'язалося на суцвітті (2-а компонента врожайності). А між стадіями розвитку рослин R6 і R9 у насінні накопичуються вуглеводи, жирні кислоти та білки, що визначають їх вагу та відсоток вмісту олії (Robinson et. al., 1967).

Важними екологічними факторами, що впливають на формування врожайності на цьому етапі при вирощування соняшнику в різних ґрунтово-кліматичних зонах мають погодні умови (Cerny et. al., 2013).

Виникнення водного дефіциту на цій стадії розвитку рослин соняшнику може негативно вплинути впливаючи на утворення та формування потенційної кількості насіння в кошику, зменшення листової поверхні рослин і призвести до зниження врожайності (Pejić et. al., 2009).

Оптимальна температура повітря, теплова амплітуда, кількість випадючих опадів визначають формування високої врожайності насіння. Варіації кліматичних змін на етапі цвітіння - фізіологічна стиглість насіння мають істотне значення для визначення врожайності соняшнику.

Тривалі періоди похмурих днів і дощу під час цвітіння можуть призвести до зниження запліднюваності квіток (меншій кількості насіння, що зав'язалося) за рахунок вимивання пилку та/або зниження активності запилювачів.

Поява посухи під час цвітіння або раннього початку виконання насіння сприяють формуванню меншої кількості насіння в кошику, яке було зав'язане в період цвітіння та запліднення, зниження маси насіння в кошику, зменшення вмісту олії (Liović *et. al.*, 2013).

На рисунку 3 відображено всі стадії розвитку рослин соняшнику.

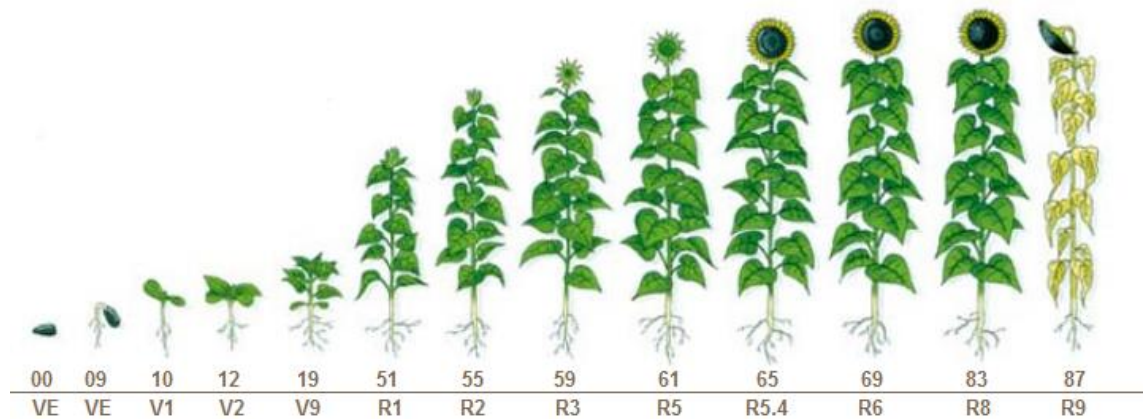


Рис. 3. Стадії розвитку рослин соняшнику на протязі вегетаційного періоду.

Рисунок 4 відображає детальний опис проходження рослинами соняшнику етапи розвитку під час вегетаційного періоду.

Аналіз опису етапів розвитку рослин соняшнику показує, що умови, які складаються на кожному етапі, визначають прояв кількісних ознак генотипів. Прояв кількісних ознак, формування продуктивності, врожайності, якості продукції в певній мірі в свою чергу визначаються умовами середовища та вирощування соняшнику. Відзначено позитивну кореляцію між підвищенням урожайності та тепловою амплітудою на етапі сівба - початок цвітіння, між збільшенням вмісту жиру в насінні та тепловою амплітудою на етапі цвітіння-фізіологічна стиглість.










Шкала Задокса (ВВСН)	Шкала Шнейтера та Міллера	Детальний опис
00	VE	Проростання насіння
09	VE	 На поверхні ґрунту з'являються сім'ядольні листочки (довжиною менше 4 см).
10	V1	Визначається появою перших справжніх листків (довжина більше 4 см). Якщо нижні листки вже опали, варто рахувати місце їх прикріплення для визначення правильної фази розвитку.
12	V2	 Поява другого справжнього листка
19	V9	Поява дев'ятого справжнього листка
51	R1	 Початок бутонізації. Верхівкова брунька починає формуватися у суцвіття, що має вигляд зірки.
55	R2	 Суцвіття відділяється від верхніх листків на 0,5-2,0 см.
59	R3	 Суцвіття відділяється від верхніх листків на 2,0 см і більше.
61	R5	Початок цвітіння.
65	R5.5	 Повне цвітіння.
69	R6	 Кінець цвітіння. Язичкові квітки починають в'янути та обпадати.
83	R8	 «Лимонна стиглість». Задня сторона корзинки жовтувато-зелена. Приквітки ще зелені. Вологість насіння близько 50%
87	R9	 Фізіологічна стиглість. Задня сторона корзинки жовта. Приквітки на 3/4 листової поверхні коричневі. Вологість насіння близько 15%.

Рисунок. 4. Детальний опис етапів та стадій розвитку соняшнику.

Врожайність насіння соняшнику негативно корелює із тривалістю сонячного світла (геліофанія) на етапі сівба – початок цвітіння. У той же час, вміст жиру в насінні соняшника позитивно корелює з кількістю годин

сонячного світла (геліофанія) та з температурною амплітудою на стадії цвітіння (Gonzalez et. al., 2013).

Проведені досліді науковими співробітниками свідчать про різний вплив умов вирощування та середовища, які чинять вплив на формування продуктивності та врожаю.

У розвитку рослин соняшнику стадія цвітіння одна з найбільш важливих у формуванні рослинами продуктивності та врожайності (Andrade et. al., 2005).

Існує негативна кореляційна залежність між випаданням опадів у період цвітіння та врожайністю. Підвищене випадання опадів у цю стадію розвитку рослин зумовлює зниження продуктивності та врожайності рослин цвітіння рослин соняшника (De la Vega and Charman, 2000).

Досліді, які провели Chimenti et. al. (2001) показують, що постійні температури повітря вище 25°C протягом усього періоду наливу зерна призводять до зниження врожайності гібридів соняшника.

Тривалі періоди високої температури повітря під час формування наливу насіння призводять до зниження вмісту жиру в насінні (Anastasi et. al., 2002; Fernandez-Moya et. al., 2005).

Постійної температури повітря вище 34°C протягом 7 діб у різні періоди наливу насіння знижують масу насіння в кошики соняшнику та вміст жиру в насінні. Найбільш чутливі рослини до температурних стресів на стадіях R6 – R7 етапу «цвітіння - фізіологічна стиглість насіння» (Rondanini et. al., 2003).

Так як варіації кліматичних змінних показників вегетації рослин мають суттєве значення для формування врожайності, підбір та вибір стабільних генотипів соняшнику на різних агрофонах є важливим фактором у підвищенні ефективності вирощування цієї олійної культури

1.2. Вирощування соняшнику в агроценозах за різними густотами стояння рослин.

Україна належить до країн, які є основними виробниками та експортерами товарного насіння соняшнику соняшникової олії. На частку України в експорті олії припадає близько 5,6 млн. тонн або 57% від загального обсягу експорту у світі. Збільшення валового збору товарного насіння соняшнику в Україні зумовлюється в основному через розширення посівних площ до 6,1 млн. га під цією важливою олійною культурою, за досить низької урожайності. За таких обставин обсяги валового виробництва товарного насіння соняшнику країни зросло майже до 12 млн. тонн (Kalenska et. al., 2020).

З урахуванням ситуації, що склалася на сьогодні в Україні з метою збереження обсягів валового виробництва товарного насіння, особливу актуальність у рослинництві набуває завдання збільшення виробництва соняшнику, яке можливо вирішити за рахунок підвищення врожайності, удосконалення застосування елементів сортової агротехніки в технологіях вирощування з використанням у виробництві нових високопродуктивних гібридів різних груп стиглості.

Вирощування гібридів соняшнику з високим генетичним потенціалом урожайності ускладнюється проблемою не відповідності генетичного потенціалу продуктивності гібриду до його фактичної продуктивності в умовах виробництва, а також проблемою появи екологічної адаптації гібридів: потенціал умов виробництва не підвищується відповідно до зростання рівня генетично обумовленого потенціалу врожайності генотипів соняшника (Bavec F. and Bavec M., 2002; Calamai et. al., 2018).

В умовах виробництва реалізація генетичного потенціалу сортів та гібридів соняшнику визначається обраною технологією вирощування, адаптивністю гібридів та сортів до умов вирощування, погодними умовами вегетаційного періоду та взаємодією у відповідності до погодних умов

генотипів соняшнику з агротехнічними умовами вирощування (Andrade et. al., 2013; Ion et. al., 2015; Mijic et. al., 2020).

Формування продуктивності рослинами сортів і гібридів соняшнику за даними ряду досліджень визначається кількома важливими факторами, серед яких визначальними факторами є генотип і густина стояння рослин в агроценозі (Diepenbrock et. al., 2001; Ibrahim, 2012).

Важливим компонентом технології вирощування та важливим фактором, що визначає рівень урожайності гібридів та сортів соняшнику, є густина стояння посівів. Передзбиральна густина стояння рослин формується за допомогою встановленої норми висіву та за мінусом польової схожості насіння. Правильний підбір густоти стояння рослин в агроценозі дуже важливий фактор для отримання запланованої врожайності. Щільність стояння рослин залежить від зони вирощування, біолого-фізіологічних особливостей гібриду чи сорту. Конструювання та формування агроценозу гібридів та сортів соняшника із заданою густиною рослин та оптимальними умовами їх забезпечення поживними речовинами, ґрунтовою вологою сприяє підвищенню врожайності агроценозів (Agele, 2003; Gholinezhad et. al., 2009).

Морфологічні ознаки рослин соняшника є сортовими ознаками рослин. Однак і морфологічні ознаки рослин і кількісні ознаки рослин, що визначають продуктивність сортів і гібридів, можуть змінюватися під впливом факторів зовнішнього середовища і агроприйомів, що застосовуються в технології вирощування (Ahmad et. al., 2017; Haseeb and Maqbool 2015).

Збільшення густоти рослин у посівах соняшника посилює конкуренцію за світло між рослинами, що може призводити до окремих сортів та гібридів до зниження маси вегетативних та репродуктивних органів рослин.

Ряд дослідників на підставі своїх дослідів показують, що підвищення густини посівів призводить до зниження конкурентності рослин. Зниження конкурентноздатності рослин обумовлює зменшення діаметра, стебла,

діаметр кошика, маси 1000 насінин, знижує вміст жиру в насінні. Однак за такої зниженої конкурентної здібності рослин з підвищеною щільністю в агроценозах відзначається збільшення врожайності через підвищення кількості рослин в агроценозі (Barros et. al., 2004; Єременко та Хвїртка, 2016).

Інші дослідники вважають, що зростання щільності посіву приводить як і до зниження кількісних ознак продуктивності рослин так і до зниження рівня врожайності (Ali et. al., 2013; Allam et. al., 2002).

Розглянемо вплив, який чинить густина стояння рослин в агроценозах на окремі конкретно якісні та кількісні морфологічні ознаки рослин.

Морфологічні ознаки, такі як LAI (індекс площі листків), висота рослини, товщина стебла та діаметр кошику, є основними вегетативними ознаками рослин. Створюєма густина стояння рослин посівів без сумніву зазвичай впливає на ці морфологічні ознаки, які зумовлені відмінностями процесів асиміляції соняшника. Висота рослини, товщина стебла та діаметр кошику соняшника досягають максимального значення на стадії зрілості і знаходяться під впливом умов, які створюються зміною щільності посіву (Xiao et. al., 2006).

Зростання кількості рослин в посіві приводить до підвищення рослин гібридів соняшнику в агроценозах. Аналіз літературних джерел показує підвищення висоти рослин соняшнику за рахунок збільшення кількості рослин в посівах (Li et. al., 2019).

Рекомендована та оптимальна кількість рослин на одиницю площі, що застосовується в технології, є важливим агроприйомом у системі агротехнічних заходів з вирощування соняшника.

Дослідники, які вивчали вплив щільності посіву на розвиток рослин соняшнику, вказують, що відмінності у відстані між рослинами у рядах за різною густотою стояння впливають на просторовий розподіл коренів та вегетативної маси рослин. Зміна просторового розподілу між рослинами в агроценозі впливає на реакцію самих рослин на освітлення в посіві, чинить

вплив на LAI (індекс площі листя). Дослідники доказують, що існує закономірність, чим вище щільність агроценозу, тим вище інтенсивність світла для фотосинтезу. Однак із збільшенням густоти стояння рослин в агроценозах, на фоні інтенсивності світла, посилюється конкуренція між рослинами соняшнику за світло, що призводить до зниження вегетативної та репродуктивної маси рослин. В той же час, зниження кількості рослин в агроценозі обумовлює зменшення поглинання світла рослинами (Cucci et. al., 2017; Kemanian et. al., 2004).

Реалізація генетичної продуктивності гібридів та сортів залежить від умов вирощування, біологічних особливостей генотипів та активності фотосинтезуючого апарату рослин. особливостей генотипів та активності фотосинтезуючого апарату рослин. Фотосинтетична діяльність рослин є основою продуктивності та врожайності соняшнику і визначається доцільністю застосування в технології вирощування агроприйомів, таких як густота стояння рослин, особливо агроценозів гібридів, які мають позитивну реакцію на зміну густоти стояння рослин. Агротехнічні заходи мають бути спрямовані на підвищення ефективності фотосинтезу за рахунок збільшення листової площі (Gimenez et. al., 1992).

У цьому плані зростає роль густоти стояння рослин у формуванні листової поверхні. Це пояснюється тим, що фотосинтетична асиміляція CO₂ на одиницю площі листової поверхні соняшника залежить від потужності фотосинтетичного механізму рослини та від тих факторів навколишнього середовища, які створюються за рахунок застосування агротехнічних прийомів, що сприяють прискоренню та інтенсивності надходження CO₂ та радіації, які є субстратами процесу фотосинтезу, а також від умов та водопостачання, що впливають на механізм фотосинтетичної діяльності. Швидкість фотосинтезу у поєднанні з площею листової поверхні генотипів соняшника визначає рівень формування продуктивності рослин та

врожайність агроценозів (Austin et. al., 1986; Gifford and Evans, 1981; Gutteridge and Keys, 1985; Lawlor et. al., 1989).

Оцінюючи роль густоти стояння рослин у підвищенні чистої продуктивності фотосинтезу необхідно брати до уваги два фактори. Перший фактор - відмінності в генотипах сортів та гібридів соняшника за генетичним потенціалом до асиміляції та швидкості асиміляції.

Дослідженнями встановлено, що швидкість асиміляції листової поверхні рослин найкраще корелює по співвідношенню площі поверхні клітин листа і площі поверхні листа рослини (Longstreth et. al., 1980).

Другий фактор - створення та вирощування в агроценозах з підвищеною густрою стояння рослин гібридів та сортів із зміненою архітектонікою рослин, що мають еректоїдне розташування листя на рослині та найбільш адаптованих до умов вирощування у загущених посівах (Демури́н и Толмачёва, 2005)

Вертикальне розташування листа, коли черешок і листова пластинка розташовані майже паралельно до стебла, контролюється одним рецесивним геном *ull1* (*upright leaf*) і дозволяє вирощувати такі генотипи соняшнику в агроценозах з підвищеною кількістю рослин (рис. 5).



Рисунок 5. Генотип соняшнику з короткочерешковою еректоїдністю та длинночерешковою еректоїдністю листків на рослині.

Короточерешкова еректоїдність листів соняшнику контролюється домінантним геном *Eg*. Ознака длинночерешкового еректоїдного листа ліній визначається рецесивним алелем *eg1* у гомозиготному стані. Введення при селекційній роботі в генотипи соняшнику генів еректоїдності дозволяють створити гібриди соняшнику спеціально для їх вирощування в агроценозах з більшою кількістю стояння рослин (Стоянова та інш., 1985).

Правильний вибір гібриду для технології вирощування має важливе значення на формування програмованої врожайності з одиниці посівної площі. Високопродуктивні гібриди соняшнику характеризуються чуйною реакцією на застосування агротехнічних прийомів, надають змогу виробнику отримувати найвищу врожайність за рахунок підвищення показників компонентів урожайності (El-Tabbakh, 1994; Narwal and Malik, 1985; Rehab, 1994).

Застосування агротехнічних прийомів можуть по-різному впливати на фотосинтетичну діяльність агроценозів соняшнику та їх врожайність. Варіювання густотою стояння рослин в агроценозах гібридів соняшнику дозволяють контролювати розвиток рослин протягом вегетації та чинити вплив на інтенсивність процесів фотосинтезу, продуктивність рослин, врожайність агроценозів соняшнику. Застосування агротехнічного прийому - густоти стояння рослин – допомагає агроценозу соняшнику максимізувати використання умов середовища та підвищувати фотосинтетичну діяльність рослин в посівах (Aksyonov, 2007).

В агроценозах соняшнику під впливом застосування густоти стояння рослин відзначається взаємозалежність між самим агроценозом та листовою поверхнею, що визначає у свою чергу процес фотосинтезу рослин. Необхідно розуміти в цьому ракурсі, що фотосинтезу рослин визначаються залежно від площі листової поверхні рослин і в свою чергу відбувається вплив популяції рослин на площу листової поверхні рослини. Вплив популяції на площу листа стає помітним вже на ранній стадії розвитку соняшнику, тоді як вплив

густини агроценозу рослин на одну рослину збільшується в міру росту та розвитку рослин. Площа листя на одну рослину соняшника зменшується зі збільшенням густоти стояння рослин, тоді як менша відстань між рослинами в рядку при щільніших посівах призводить до змикання листя в міжряддях, можливо сильному затіненню. Оскільки LAI соняшнику впливає на процес фотосинтезу, транспірації та накопичення сухої речовини, необхідно в технології вирощування приймати такі агроприйоми регулювання щільності рослин, щоб отримати можливе більш максимальне перехоплення сонячного світла для максимальної швидкості процесів фотосинтезу та оптимальних умов формування врожайності агроценозу соняшника (Stewart and Dwyer, 1999).

Фотосинтетична діяльність рослин соняшнику здатна змінюватися залежно від умов навколишнього середовища. У відповідності до змін продуктивність як окремої рослини, так і всього агроценозу рослин може значно знижуватися через прояву дефіциту вологи. Умови вирощування, які створюються за рахунок зміни та застосування густоти стояння рослин в агроценозі, здатні визначати водний режим ґрунту, який в свою чергу буде визначати рівень фотосинтетичної діяльності рослин та врожайність агроценозу соняшнику (Safahani Langeroodi et al., 2014)

Встановлення реакції рослин соняшнику на динаміку Погода періоду вегетації – рослина – волога – урожайність вирішують питання конструювання моделі агроценозів соняшнику за допомогою застосування у технології вирощування агротехнічних прийомів, спрямованих на раціональне використання ґрунтової вологи та формування максимально можливого рівня врожайності рослин (Kamkar et al., 2011; Rauf et al., 2012).

Для підвищення ефективності раціонального використання рослинами ґрунтової вологи ефективним агрономічним прийомом в технології вирощування соняшнику являється застосування оптимальної густоти стояння рослин відповідно до погодних умов вегетаційного періоду та

біологічних властивостей вибраного гібриду (Debaeke and Aboudrare. 2004). Щільність рослин соняшнику в агроценозі, яку можна підтримувати шляхом регулювання нормою висіву та подальшим формування густоти стояння рослин, є одним із визначальних факторів формування продуктивності та врожайності (Pereira and Hall, 2019).

Встановлена та рекомендована густота стояння рослин в посівах сортів та гібридів може вирішити проблему використання вологи та сприяти гармонійному розвитку рослин агроценозів.

Раціональне використання вологи агроценозами сортів і гібридів соняшнику соняшнику можливо регулювати із застосуванням в технології вирощування агроприйомів, які надають можливість змінювати умови вирощування, покращувати забезпечення агроценозів соняшнику вологою, надають можливість агроценозу рослин запобігти негативного впливу дефіциту вологи в критичні для рослин періоди розвитку (Піньковський та Танчик, 2019). Оптимальна густота стояння рослин стосовно генотипів соняшнику різної групи стиглості є одним з найважливіших факторів в технології, який забезпечує раціональне використання агроценозом ґрунтової вологи та формування високої врожайності товарного насіння соняшнику з якісними показниками насіння (Грабовський, 2012).

Аналіз результатів досліджень з наведених літературних джерел переконливо свідчить про те, що врожайність соняшнику визначається багатьма факторами, але одні з головних факторів – це є кількість рослин в агроценозі та гібрид, який вирощується в агроценозі. Густота стояння рослин на одиниці посівної площі безпосередньо визначає оптимальні умови середовища, які саме дозволяють рослинам набувати необхідних елементів росту та розвитку (волога, світло, елементи живлення CO₂ і т. д.), які чинять вплив на накопичення рослинами сухої речовини, продуктивність рослини та врожайність посіву на продуктивність сухої речовини і, отже, на кінцевий

урожай (Abou-Kresha et. al., 1996; Akhtar et. al., 1992; Basha, 2000; Echarte et. al., 2020).

На формування врожайності впливають як найнижча густина стояння рослин, так і найвища густина стояння рослин, створючі різні умови вирощування.

На більшість показників ознак продуктивності та на якість товарного насіння значний вплив чинять густина стояння рослин, гібриди, так і їхня взаємодія між гібридом та густотою стояння рослин.

За даними Федорчук та Ковальова (2019) на формування врожайності гібридів соняшнику в значній мірі впливає саме агротехнічний прийом – густина стояння рослин в агроценозі. Частка впливу на формування врожайності густоти стояння рослин становить близько 63,7 % (рис. 6). На частку генотипа у формуванні врожайності агроценозом за різними густотами стояння рослин припадає 27,3%. Взаємодія факторів густина стояння рослин та гібрид становить значну меншу частку у формування врожайності агроценозом гібридів соняшнику 4,9%.

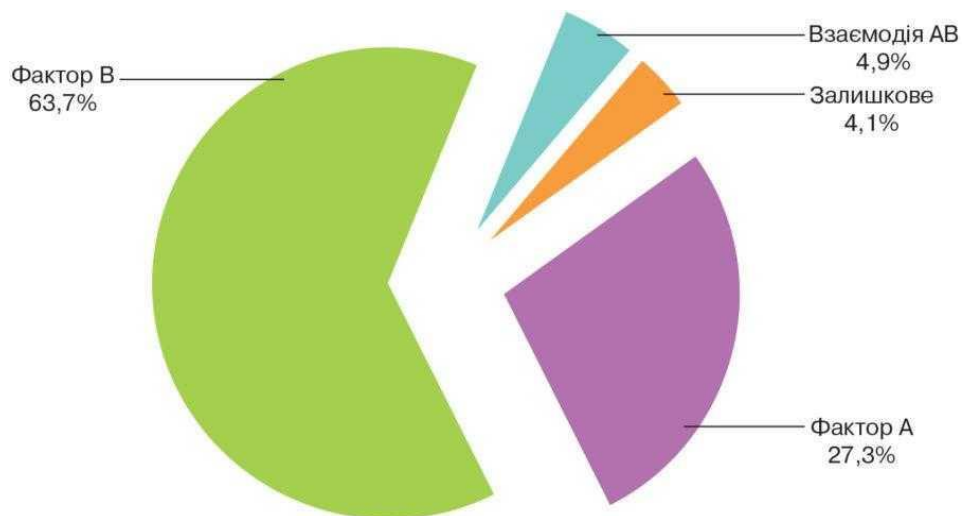


Рисунок 6. Частка впливу факторів вирощування соняшнику на формування врожайності (А – генотип; В – густина стояння рослин в агроценозі; АВ – взаємодія в агроценозі між генотипом та густиною стояння рослин) , %

Найнижча щільність посівів формує за висотою найменші рослини і напакі, найвищі показники значення площі листкової поверхні, діаметра кошику, маси 1000 насінин, вмісту олії в насінні та ненасичених жирних кислот (олеїнової та лінолевої). З іншого боку, така щільність посівів може приводить до значного зниження кількості днів до початку збирання врожаю, індексу площі листкової поверхні, виходу сухої речовини, врожайності агроценозу, загального виходу олії та насичених жирних кислот, пальмитинової та стеаринової. Нижчий та вищий рівень врожайності за різною густиною стояння обмежується репродуктивною пластичністю соняшника. Обмеження на максимальну кількість диференційованих квіток на рослину та наявність стерильних рослин з низькою та високою щільністю відповідно є причинами, які спричиняють зниження продуктивності рослин за нижчою або за вищою густиною стояння рослин (Vega et al., 2001a; Vega et al., 2001b).

За даними окремих дослідників збільшення кількості рослин в агроценозі соняшнику обумовлювало збільшення врожайності товарного насіння близько на 23%, коли посіви рослин досягали густоти стояння рослин межі 100 тис. /га (Esechie et al., 1996),

Але, інші дослідники доказують, що максимальний рівень врожайності товарного насіння соняшнику можливо отримати при густоті стояння рослин в посіві 60 тис./га. Другі дослідники мають дані та вказують, найвищий рівень врожайності та вихід олії з 1,0 га можливо отримувати за умов вирощування гібридів за густиною стояння рослин в межах 40-50 тис. /га (Gubbels, 1989; Sharma et al., 1994).

Проведені досліді в посушливих умовах Єгипта показали, що збільшення щільності посівів призводить до зменшення кількісних ознак

рослин – діаметра кошику, маси 1000 насінин та до зниження виходу олії з 1,0 га (Moursi et al., 1983).

Густота стояння рослин посівів соняшнику, в залежності від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, може змінюватись від 40-55 тис./га до 70-85 тис./га. При збільшенні кількості рослин соняшнику в посіві до рівня 85 тис./га фаза цвітіння соняшнику може затримуватися на 2-4 доби, а висота рослин посівів збільшуватися на 10,0-12,0 см (Ткаліч та інш. 2016).

Такі дослідження свідчать, що густота стояння посівів гібридів соняшнику суттєво різниться залежно від умов середовища вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах (Олексюк, 2000; Geweifel et al., 1997).

Зазначається збільшення реалізації потенціалу врожайності гібридів соняшника на високому рівні агротехніки зі збільшенням густоти стояння, яка вже в багатьох технологіях вважається оптимальною. Це можна пояснити властивою соняшнику деякою внутрішньовидовою мінливістю толерантності до високої щільності агроценозу, пов'язаної з диференціальним поділом біомаси на вегетативну та генеративну. Розуміння характеру реакції гібридів соняшнику на щільність посівів та структуру агроценозу є кроком до вирішення проблеми створення гібридів для загущених посівів та технологій їх вирощування з урахуванням особливостей генотипів у розподілі сухої речовини між вегетативними та генеративними органами рослини (Libenson et al., 2002; Pereira and Hall, 2012).

Контроль у технології вирощування розподілу сухої речовини між різними органами рослини є основою формування продуктивності будь-якої сільськогосподарської культури (Wardlaw, 1990). Створюване в агроценозі різного вегетативного простору для рослин при зміні їх кількості на одиниці площі сприяє створенню різних умов засвоєння ґрунтової вологи та поживних речовин із ґрунту рослинами, розподілу вологи та поживних речовин між вегетативними та генеративними органами, проходження процесу фотосинтезу. Це є одним із факторів у відмінності рівнів

формування врожайності гібридами соняшнику при тих же самих агроекологічних умовах (Hall et al., 1990). Дослідами Villalobos et al., (1992) було встановлено, що для створення моделі вирощування сільськогосподарських культур необхідно знати особливості розподілу накопичених асимілятів між вегетативними та генеративними органами рослини і як умови вирощування впливають на сам процес розподілу сухої речовини в рослині та формуванні продуктивності рослин в агроценозі.

Низькорослі гібриди соняшнику характеризуються більш високим вмістом сухої речовини в кошику рослини і мають менший вміст сухої речовини в стеблах рослини порівняно з гібридами соняшнику, що більш високі. Високорослі гібриди соняшнику накопичують більшу кількість сухої речовини, але вона більшою мірою накопичується у вегетативних органах рослини (Maid and Schneiter, 1988). Збільшення густоти рослин посіву призводить до підвищення конкуренції між рослинами. Для створення оптимальних умов росту та розвитку, зниження конкуренції між рослинами, забезпечення ефективного та раціонального використання рослинами вологи та поживних речовин, сонячного світла в технології вирощування густоти стояння рослин повинні встановлюватися відповідно до особливостей розподілу сухої речовини в рослинах та біологічних особливостей генотипів соняшника, що надає можливість добитися максимізації прояву генетичного потенціалу врожайності (Dusanic et al., 2008; Villalobos et al., 1994).

Встановлення взаємозв'язку між накопиченням сухої речовини та динаміка її накопичення в рослинах дає важливу інформацію для розуміння створення умов вирощування та потреб рослин у задоволенні факторів вирощування.

Накопичення та розподіл сухої речовини в репродуктивних органах рослин значно впливають на врожайність соняшника. У початковий період росту та розвитку рослин за стадіями накопичення сухої речовини

збільшується зі збільшенням густоти рослин у посівах. Але до початку утворення бутону відмінностей у вмісті накопичення сухої речовини в рослинах за різною густиною стояння зазвичай не виявляється. Після фази бутонізації зі збільшенням густоти стояння рослин у агроценозі накопичення сухої речовини рослиною згодом зменшується.

Підвищення щільності рослин в агроценозі сприяє збільшенню швидкості накопичення сухої речовини в рослині, але в міру того як кількість рослин соняшнику збільшується в агроценозі (щільність агроценозу стає більшою) і починає перевищувати граничне значення густоти рослин окремо для кожного генотипу відбувається зменшення накопичення сухої речовини в рослині в порівнянні з агроценозами з меншою густиною стояння рослин. Це свідчить про безперервне збільшення ефекту окремих рослин у посівах (Skoric, 1988).

При збільшенні густоти посівів вміст сухої речовини кожного органу рослини соняшнику зменшується. Зазвичай при меншій густиці стояння рослин пропорція співвідношення сухої речовини для кожного органу рослини складає: кошик > стебло > насіння > листок > черешок листка. Зі збільшенням густоти стояння рослин у міру наближення до порогових значень пропорція співвідношення вмісту сухої речовини в кожному органі рослини соняшнику може змінюватися і становити: стебло > кошик > насіння > листок > черешок. Це показує, що суха речовина соняшнику поступово може переходити в стебло зі збільшенням густоти стояння рослин в агроценозі (Alves Allan Nunes 2018; Fageria, 2001; Laviola and Dias, 2008; Nel et al., 2000).

Результати аналізу літературних джерел показали, що на ознаки рослин, вожайність, якість товарного насіння соняшнику значний вплив мали як щільність рослин і гібриди, так і їхня взаємодія між собою в агроценозі. Найнижча щільність посіву може сприяти формуванню більш низькорослих рослин і більш найвищі площі листкової поверхні, більші показники діаметра

кошику та маси 1000 насінин, приводе до збільшення вмісту олії в насінні та ненасичених жирних кислот (олеїнової та лінолевої). З іншого боку, така нижча щільність посівів може привести до значного зниження кількості днів до збирання врожаю, індексу площі листків, виходу сухої речовини, виходу насіння на гектар, загального виходу олії та насичених жирних кислот, пальмітинової та стеаринової Radić et al., 2013; Lipi and Maniruzzaman, 2023).

Вибір оптимальної щільності агроценозу гібридів соняшнику становиться одним з головних факторів ефективного використання рослинами ресурсів середовища для формування високої врожайності з високими якісними властивостями насіння (Коваленко та інш., 2009).

Аналіз отриманих результатів досліджень показує необхідність та актуальність проведення дослідів по вивченню та встановленню впливу густоти стояння рослин в агроценозах на формування продуктивності та врожайності гібридами соняшнику різних груп стиглості стосовно їх вирощування в умовах Лісостепу України.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово-кліматичні умови проведення дослідження.

Досліди виконувалися у Фермерському господарстві «Лугань-Агро» (сmt. Новооржицьке, Лубенський район, Полтавська область).

Досліди мали спрямованість на вивчення та встановлення впливу густоти стояння на ріст, розвиток, ознаки продуктивності та врожайність гібридів соняшнику, які відносились до різних груп стиглості.

Ґрунти господарства переважно представлено чорноземом, для якого характерні сприятливими водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні, які є сприятливими для розвитку сільськогосподарських культур та повністю

відповідають умовам вирощування сільськогосподарських культур і в тому числі для вирощування соняшнику.

Ґрунт на території даного фермерського господарства є типовий чорнозем, який розвинуто на карбонатному лесі. Такий ґрунт відносять до типу земель широких рівнинних водороздільних просторів і річкових терас.

Ґрунт дослідної ділянки, де проводилися дослідження: чорнозем потужний малогумусний, слабковилугований, легкосуглинковий.

Лес і мергелистий суглинок з прошарком піску – це основні ґрунтоутворюючі породи ґрунту господарства.

Ґрунти легкі за механічним складом. Механічний склад ґрунту дозволяє виконувати якісний його обробіток. Вологоємність даного ґрунту господарства є невеликою і знаходиться в межах від 37 % до 44 %.

Гумусового горизонту ґрунту в господарстві становить потужність від 60 см до 79 см. Ґрунт дослідної ділянки містить гумусу 2,15% (за Тюрінном). Реакція ґрунтового розчину становить рН 5,5. Гідролітична кислотність ґрунту рівняється 4,77 мг×екв на 100 г ґрунту. Сума поглинання основ орного шару ґрунту 10,9 м.екв. на 100 г ґрунту. Стосовно вмісту поживних речовин в орному шарі ґрунту на полі, де виконували дослідження є: азот (N/NO₃) – 3,87 мг/100 г ґрунту, рухомий фосфор (P₂O₅) – 16,2 мг/100 г ґрунту, обмінний калій (K₂O) – 12,5 мг/100 г ґрунту (за Чириковим).

Протягом року кількість днів з випаданням опадами в середньому складає 129-182 доби. Кількість випадіння опадів за останні десять років в даній місцевості варіювала в межах 300-700 мм. Вірогідність того що на протязі вегетаційного періоду можливі бездощеві періоди протягом 20 днів може становити 66-86%.

Для появи та отримання сходів дрібнонасіневих сільськогосподарських культур, які мають невелику глибину заробки насіння та довгий термін його проростання, є необхідним за рахунок застосування

агроприйомів забезпечити та зберегти на глибині заробки насіння достатній запас продуктивної ґрунтової вологи в посівному шарі ґрунту.

Вегетація вирощування сільськогосподарських культур з середньодобовими температурами повітря, яка вище $+5^{\circ}\text{C}$ триває в межах 200-210 діб. Тривалість терміну без прояву морозів може тривати 160-180 діб.

Сума позитивних температур району, де саме знаходиться і функціонує фермерське господарство, вище $+5^{\circ}\text{C}$ рівняється близько 3100°C , середньорічна температура повітря цього району географічної місцевості знаходиться в межах $+7,2^{\circ}\text{C}$.

Залежно від періоду року, дати переходу температури повітря вище та нижче через 0°C в основному спостерігаються 22 березня та 25 жовтня. Близько дат 25-30 вересня спостерігається перший заморозок, близько дат 15-20 травня спостерігається останній заморозок за багаторічними спостереженнями.

Глибина промерзання ґрунту може досягати шару ґрунту 60,0-65,0 см, а температура на глибині промерзання шару ґрунту 10-20 см зазвичай дорівнюється в інтервалі $1,5-17,5^{\circ}\text{C}$.

2.2. Методика виконання досліджень.

Досліди виконували в польовій сівозміні фермерського господарства.

Попередник соняшнику в сівозміні – озима пшениця..

В досліді вивчали чотири гібрида соняшнику різної групи стиглості.

Гібрид Славсон. Гібрид лінолевого типу, з високим вмістом ліноленової кислоти. Гібрид відноситься до скоростиглої групи стиглості, має вегетаційний період від 94 до 99 діб

Рослини гібрида за період вегетації досягають висоти 160-180 см. Кошик має сильно випуклу форму з діаметром 22,0-23,0 см.

Гібрид характеризується високою стійкістю до вилягання, осипання насіння з кошику під час досягання стиглості. Гібрид посухостійкий та толерантний до ураження гнилями кошика.

Лушпинність насіння знаходиться в межах 21,0. Маса товарного насіння 58,5-62,0 г. Вміст олії в насінні становить близько 50,6%.

Потенціал урожайності товарного насіння гібрида знаходиться в межах 4,8 т/га.

Гібрид Інтеграл.

Гібрид Інтеграл – є гібрид лінолевого типу і відноситься до ранньостиглої групи стиглості. Вегетаційний період гібрида цієї групи стиглості 100-105 діб

Гібрид має висоту рослин – 155,0-165,0 см.

За морфологічною ознакою кошик випуклої форми за діаметром близько 23,0 см.

Гібриду властиві висока стійкість до вилягання рослин в посівах та до осипання насіння з кошику під час збирання.

Гібрид має високу стійкість до хвороби несправжньої борошнистої роси та має толерантність до гнилей кошика.

Лушпинність насіння – 22,3%. Має масу 1000 насіння 60,0 г. в насінні вміст олії складає 51,3%.

Генетичний потенціал урожайності – 4,8 т/га.

Гібрид Форсаж.

Гібрид форсаж відноситься до лінолевого типу соняшнику.

За періодом вегетації гібрид ранньостиглий. Тривалість періоду вегетації становить від 108 до 111 діб.

Рослини гібрида заввишки 170-175 см. Кошик за морфологічною ознакою має випуклу форму.. Діаметр кошика 23,0 см.

Гібрид Форсаж має високу стійкість рослин до їх до вилягання та до осипання насіння.

Гібрид посухостійкий та має стійкість до ураження несправжньою борошнистою россою. Гібриду властива толерантність до гнилей кошика.

Відповідно якості насіння: лущинність гібрида висока 25,0%, маса 1000 насіння залежно від умов вирощування від 60 г до 75 г.

Вміст в насінні олії знижен і становить 46,0% при підвищеному вмісту білка в ядрі насіння 22,64 %.

Гібрид має генетичний потенціал врожайності товарного насіння на рівні 4,5 т/га

Гібрид Стаєр. Лінолевого типу.

Гібрид Стаєр є гібрид, який відноситься до типу лінолевого соняшнику з високим вмістом в олії насіння кислоти.

Гібрид середньоранній з тривалістю вегетаційного періоду від 111 діб до 114 діб.

Періодом вегетації гібрид формує висоту рослини в межах 175-180 см. Кошик на рослині має випуклу форму і зазвичай має діаметр 19,0-20,0 см.

Гібрид належить до групи гібридів соняшнику, які характеризуються високою стійкістю до вилягання рослин в посівах та мають високу стійкість до осипання насіння з кошиків.

Гібрид Стаєр витривалий до посушливих умов вегетаційного періоду. Завдяки проведеної селекційної роботи гібрид володіє стійкістю до ураження рослин несправжньою борошнистою россою, толерантністю до гнилей кошика.

Лущинність насіння гібрид має 24,0%. Маса 1000 насінин гібрида досягає 56,0 г. Насіння характеризується вмістом олії 50,1%.

Генетичний потенціал урожайності гібрида стаєр рівняється 4,7 т/га.

Досліджувані гібриди соняшнику належать селекції Інституту рослинництва НААН.

В досліді гібриди соняшнику різною групи стиглості досліджували за наступними передзбиральними густотами стояння рослин агроценозів:

- ✓ 45 тис./га (контроль);
- ✓ 55 тис./га;
- ✓ 65 тис./га.

В таблиці 1 наведено схему досліду.

Таблиця 1.

Схема проведення досліду

Гібрид	Передзбиральна густина стояння рослин посівів соняшнику, тис/га		
Славсон	45	55	65
Інтеграл	45	55	65
Форсаж	45	55	65
Стайер	45	55	65

В досліді розміщення дослідних ділянок систематичне, рендомізоване. Ділянка мала облікову площу 50,0 м². В досліді 9 варіанті. Кожен варіант мав три повторення.

Система основного обробітку передбачала застосування системи поліпшеного зябу з пошаровим обробітком ґрунту та прийому основного обробітку ґрунту – оранки на глибину 27-30 см.

Весною передпосівний обробіток ґрунту складався з проведення боронування ранньовесняного та передпосівної культивуації з одночасним внесенням ґрунтового гербіциду Харнес в дозі 2,0 л/га. двох культивуацій. Глибина передпосівної культивуації 6-8 см. Глибина посіву насіння гібридів соняшнику 6-8 см.

Гібриди соняшнику висівали за шириною міжряддя 70 см.

В проведеному досліді обліки і спостереження за ростом та розвитком рослин виконували відповідно до загально існуючих та прийнятих методик польових дослідів в рослинництві та землеробстві.

Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження та визначення стадій розвитку рослин. У визначенні робочою програмою

фази розвитку рослин соняшнику виконували біометричні вимірювання та встановлення кількісних ознак гібридів.

Тривалість вегетаційного періоду гібридів соняшнику визначали від появи сходів до стадії фізіологічної стиглості кошиків рослин.

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

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ТА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДАМИ СОНЯШНИКУ З А РІЗНОЮ ЩІЛЬНІСТЮ ПОСІВІВ

3.1. Ріст і розвиток рослин соняшнику за різною густиною стояння рослин.

На початку розвитку рослин у фазі 8-10 листків на рослині не спостерігався вплив густоти стояння посівів на висоту рослини. Але в цю азу розвитку вже почала спостерігатися диференціація за висотою рослин між

гібридами соняшнику. Гібриди соняшнику Форсаж та Стаєр випережали за висотою рослини гібридів Славсон та Інтеграл.

Така диференціація за морфологічною кількісною ознакою висота рослин спостерігалася протягом всього періоду вегетації за всіма фазами розвитку розвитку.

Вплив густоти стояння на висоту рослин почав спостерігатися у фазі розвитку рослин – бутонізація.

Підвищення густоти стояння у порівнянні з контрольною щільністю посівів приводило до збільшення висоти рослин у цю фазу гібрида Славсон на 5,1-7,4 см, у гібрида Форсаж на 7,5-16,1 см, у гібрида стаєр на 6,5-13,3 см (табл. 2). У гібрида Інтеграл в цю фазу розвитку вплив густоти стояння на висоту спостерігався на густоті стояння 70 тис./га. Різниця за висотою склала 6,9 см.

Всі рослини гібридів максимальної висоти досягали у стадії закінчення цвітіння. Максимальна висота рослин за всіма густотами стояння рослин відмічена у гібрида Стаєр 176,9-196,3 см.

Мінімальною висотою рослин за всіма густотами стояння посівів характеризувався ранньостиглий гібрид Інтеграл 153,7-168,8 см.

Таблиця 2.

Динаміка лінійного росту гібридів і сортів соняшнику, см (2024 р.)

Гібрид	Перед-збиральна густота стояння рослин, тис./га	Фази розвитку рослин				
		8-10 листків	13-15 листків	Бутонізація	Початок цвітіння	Кінець цвітіння
Славсон (контроль)	45 (контроль)	32,5	62,9	82,8	144,2	159,8
	55	33,3	65,5	87,9	152,6	169,7

	65	35,4	69,5	90,2	165,5	180,1
Інтеграл	45	35,2	70,0	90,1	137,5	153,7
	55	35,5	68,6	92,7	142,6	159,3
	65	37,5	69,7	97,0	153,2	168,8
Форсаж	45	40,4	81,1	100,8	141,7	171,0
	55	42,3	81,5	108,3	155,4	179,3
	65	41,9	81,4	116,9	167,5	188,2
Стаєр	45	41,5	82,6	109,4	155,8	176,9
	55	40,8	81,7	115,9	169,0	185,5
	65	40,7	82,1	122,7	175,9	196,3
НІР _{0,95} см фаза цвітіння густота стояння рослин 5,1 гібрид 4,8						

Максимальне збільшення висоту рослин від впливу зростання фактору щільності посіву спостерігалось у гібридів Славсон 9,9-20,3 см і Стаєр 8,6-19,4 см. Мінімальний приріст за висотою рослин серед досліджуваних гібридів був характерним для гібрида Інтеграл 5,6-15,1 см.

У всіх гібридів соняшнику найбільший вплив по зростанню висоти рослин чинила густота стояння рослин 65 тис./га. Максимальною висоти рослин на цій щільності посівів 196,3 см досягав середньоранній гібрид Стаєр. На густоті стояння 65 тис./га мінімальна висота рослин серед гібридів 168,8 см була характерна гібриду Інтеграл.

Під впливом зміни густоти стояння рослин в агроценозах відбувалися, відповідно до особливостей гібридів соняшнику, зміни в накопиченні рослинами сухої речовини. Різниця в накопиченні рослинами сухої речовини вже почалася спостерігатися у фазі розвитку 13-15 листків. Більш виражена різниця у вмісті сухої речовини відбувалася в цілому по агроценозу гібридів стосовно густоти стояння рослин. Найбільше накопичення сухої речовини однієї рослиною 37,2 г відмічено у Гібрида Форсаж на густоті стояння рослин 45 тис./га (табл. 3).

Таблиця 3.

Вага сухої речовини рослин соняшнику залежно від густоти стояння агроценозу, г (2024 р.)

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис./га	Фази розвитку рослин			
		13-15 листків		Цвітіння соняшнику	
		одна рослина	м ² агроценозу	одна рослина	м ² агроценозу
Славсон (контроль)	45	28,0	126,0	78,0	351,0
	(контроль)				
	55	30,4	167,2	77,7	427,3
	65	33,7	226,9	66,6	429,0
Інтеграл	45	34,9	157,1	79,4	357,3
	55	31,0	170,1	76,4	420,2
	65	25,0	162,5	67,1	436,2
Форсаж	45	37,2	167,4	86,5	389,3
	55	32,5	178,8	84,0	462,0
	65	30,4	197,6	77,0	500,1
Стаєр	45	35,2	158,4	78,9	355,1
	55	33,0	181,5	76,0	418,0
	65	28,9	187,9	75,6	491,4
НІР ₀₉₅ г, густота стояння Гібрид		0,9		1,1	
		0,8		1,2	

Але за більшої щільності посіву в 65 тис./га найбільше накопичення сухої речовини агроценозом 226,9 г було у скоростиглого гібриду Славсон.

У фазі розвитку рослин 13-15 листків більше накопичення однією рослиною сухої речовини при збільшенні щільності посівів було характерним тільки для гібрида Славсон. Накопичення сухої речовини однією рослиною при збільшенні щільності посівів у інших досліджуваних гібридах зменшувалося.

У фазі цвітіння збільшення густоти стояння рослин призводило до зниження рівня накопичення сухої речовини однією рослиною у всіх гібридів соняшнику. Максимальне накопичення однією рослиною сухої речовини у гібридів Інтеграл, Форсаж, Стаєр відбувалося на контрольній густоті стояння рослин 45 тис./га. Найбільшу вагу сухої речовини однієї в фазу цвітіння 86,5 г накопичував гібрид Форсаж. Підвищення густоти стояння рослин до 50 тис./га не сприяло зниженню вмісту сухої речовини в одній рослині у гібрида Славсон. Вміст сухої речовини однієї рослини у гібрида Славсон на щільності посівів 45 і 50 тис./га знаходився на одному рівні 78,0 і 77,7 г.

За рахунок зростання кількості рослин при загущенні агроценозів приводило до зростання вмісту сухої речовини всіма рослинами агроценозу гібридів на фоні зниження вмісту сухої речовини в одній рослині. Мінімальне накопичення рослинами агроценозу сухої речовини 351,0 г спостерігалось у скоростиглого гібриду Славсон на густоті стояння рослин 45 тис./га. Найбільше накопичення сухої речовини 500,1 і 491,4 г рослинами агроценозів відмічено у відповідно гібридів Форсаж і Стаєр

Щільність агроценозів соняшнику впливала протягом вегетації на площу листової поверхні рослин. Максимальної площі листової поверхні рослини гібридів соняшнику досягали у стадії цвітіння. Найбільшу площу листової поверхні рослини гібриди формували на контрольній густоті стояння рослин 45 тис./га. Серед гібридів на контрольній густоті стояння найвищу асиміляційну поверхню рослини 59,1 дм² формував гібрид Форсаж (табл. 4).

Підвищення щільності агроценозів призводило до зниження площі листової поверхні рослини у всіх гібридів. Мінімальна площа листової поверхні рослини у фазі цвітіння 28,1 дм² спостерігалася у скоростиглого гібрида Славсон на густоті стояння рослин 65 тис./га.

Таблиця 4.

Вплив щільності агроценозу на розмір площі листової поверхні однієї рослини гібридів соняшнику, дм² (2024 р.)

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис./га	Цвітіння	Закінчення вегетації	Процент зниження
Славсон (контроль)	45	44,2	3,2	92,7
	(контроль)			
	55	37,7	2,0	94,7
	65	28,1	1,5	94,7
Інтеграл	45	48,9	3,9	92,0
	55	42,1	3,9	92,7
	65	41,2	2,2	94,7
Форсаж	45	59,1	3,3	94,4

	55	49,5	2,0	96,0
	65	41,4	1,8	95,7
Стаєр	45	52,8	12,9	75,6
	55	46,9	7,8	83,4
	65	40,7	3,9	90,5

Протягом періоду розвитку рослин від цвітіння до закінчення вегетаційного періоду площа асиміляційної поверхні рослин знижувалась і перед збиранням досягала мінімальних розмірів. Мінімальна площа листової поверхні перед збиранням відмічена на максимальній густоті стояння рослин 65 тис./га – 1,5 дм² у гібрида Славсон і 1,8 дм² у гібрида Форсаж. Серед всіх досліджуваних гібридів найбільша площа листової поверхні на закінченні вегетації 12,9-3,9 дм² була у гібрида Стаєр. Гібрид стаєр за період цвітіння – закінчення вегетації мав самий нижчий рівень зниження площі листової поверхні, який знаходився в межах 75,6-90,5 %. У інших гібридів рівень зниження площі листків рослини був практично однаковим.

Підвищення кількості рослин в агроценозі призводило до різної реакції гібридів соняшнику стосовно зміни показників площі листової поверхні всього агроценозу рослин.

Скоростиглий гібрид Славсон підвищував площу листової поверхні до рівня 20,7 тис. м²/га на щільності посівів 55 тис./га (табл. 5).

Таблиця 5.

Фотосинтетична діяльність агроценозів гібридів у стадії цвітіння рослин за різною густиною стояння рослин, 2024 р.

Гібрид	Передзбиральна густина стояння рослин, тис./га	Площа листової поверхні агроценозу, тис.м ² /га	Листковий індекс, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу
Славсон (контроль)	45 (контроль)	19,9	1,99	8,9
	55	20,7	2,07	10,0
	65	18,3	1,83	7,3

Інтеграл	45	22,0	2,20	8,4
	55	23,2	2,32	7,5
	65	26,8	2,68	6,4
Форсаж	45	26,6	2,66	8,7
	55	27,2	2,72	6,9
	65	26,9	2,69	6,0
Стаєр	45	23,8	2,38	7,9
	55	25,8	2,58	8,7
	65	26,5	2,65	9,0

Подальше зростання щільності агроценозу призводило до зниження асиміляційної поверхні агроценозу гібрида.

У ранньостиглого гібрида Інтеграл і середньораннього гібрида Стаєр зростання кількості рослин в агроценозах обумовлювало підвищення асиміляційної поверхні відповідно на 1,2-4,8 тис. м²/га і 2,0-2,7 тис. м²/га.

Підвищення густоти стояння рослин агроценозу від 45 до 65 тис./га практично не впливало на зміну показників асиміляційної поверхні ранньостиглого гібрида Форсаж. Площа листкової поверхні агроценозу гібрида знаходилась практично на одному рівні 26,6-27,2 тис. м²/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу гібрида Славсон під впливом густоти стояння рослин змінювалася ідентично зміні площі листків агроценозу. Найвища площа листкової поверхні 10,0 г/м² за добу була при максимальній площі листків на густоті стояння рослин 50 тис./га.

Зростання площі листкової поверхні агроценозу гібрида Стаєр при збільшенні щільності рослин від 45 до 65 тис./га обумовлювало збільшення чистої продуктивності від 7,9 до 9,0 г/м² за добу.

У гібридів Славсон і Стаєр встановлена пряма позитивна сильна кореляційна залежність $r = 0,99$ між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу агроценозів.

У гібрида Інтеграл збільшення площі листкової поверхні під дією зростання щільності агроценозу навпаки призводило до зниження чистої

продуктивності фотосинтезу від 8,4 г/м² за добу (густота стояння рослин 45 тис./га) до 6,4 г/м² за добу (густота стояння рослин 65 тис./га).

У гібрида Інтеграл встановлена пряма негативна сильна кореляційна залежність $r=-0,97$ між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу агроценозів

У гібрида Форсаж при однаковій площі листкової поверхні підвищення густоти стояння рослин проходило зменшення інтенсивності чистої продуктивності агроценозів від 8,7 до 6,0 г/м² за добу.

У гібрида Форсаж встановлена негативна середня кореляційна залежність $r=-0,65$ між площею листкової поверхні та чистою продуктивністю фотосинтезу агроценозів.

Зниження інтенсивності чистої продуктивності агроценозів гібридів Інтеграл і Форсаж обумовлюється в даному випадку не площею листкової поверхні, а в більшій мірі зменшенням вмісту сухої речовини в рослині під впливом зростання щільності агроценозів.

Зміна інтенсивності чистої продуктивності фотосинтезу гібридів соняшнику різних груп стиглості під впливом фактору – густота стояння рослин в агроценозі відображена на рисунку 7.

ЧПФ, г/м² за добу

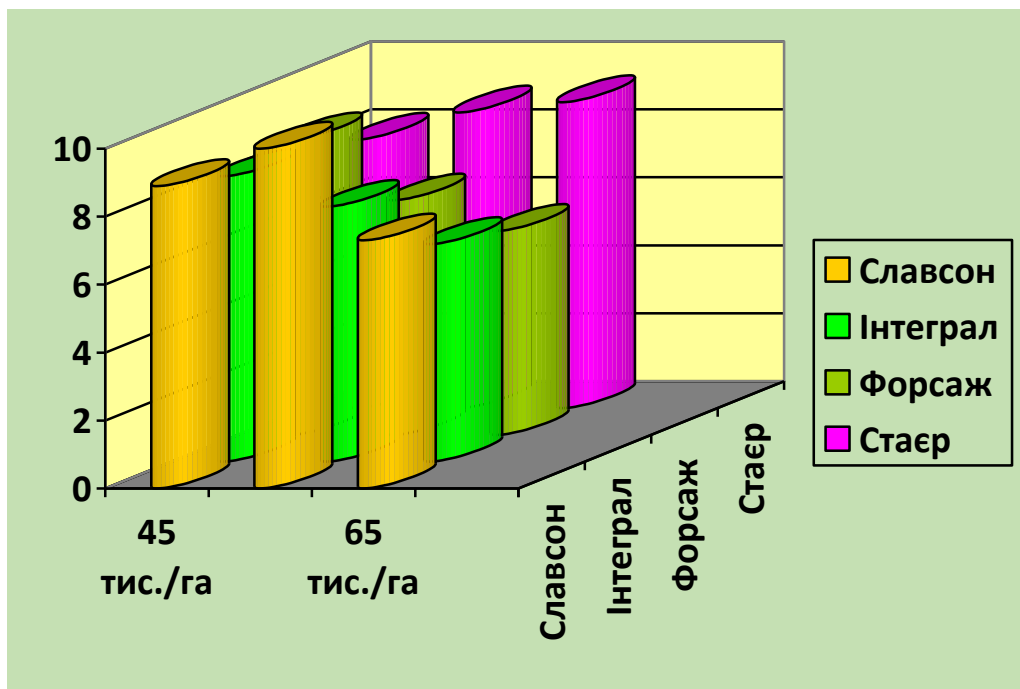


Рисунок 7. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) гібридів соняшнику за різною густрою стояння рослин, 2024 р.

Таким чином, зміна показників вмісту сухої речовини в рослині, площа листкової поверхні рослин під впливом густоти стояння агроценозу залежно від генетичних особливостей гібридів соняшнику, їх реакції на зміну умов вирощування впливають на чисту продуктивність фотосинтезу, визначаючи її різний рівень інтенсивності.

3.2. Вплив густоти стояння рослин на продуктивність рослин та рівень врожайності гібридів соняшнику.

Одночасно з впливом на ріст та розвиток рослин агроценозів густота стояння рослин як елемент сортової агротехніки впливала на розміри діаметра стебла та кошика.

Всі гібриди соняшнику мали тенденцію до зниження діаметрів стебла та кошику при підвищенні густоти стояння рослин в агроценозах від 45 до 65 тис./га. Підвищення кількості рослин в агроценозі приводило до зниження діаметра стебла та діаметра кошика незалежно від генотипу соняшнику.

Найбільший діаметр стебла був характерний на густоті стояння рослин 45 тис./га гібриду гібриду Славсон (2,9 см), гібриду інтеграл (3,1 см) і гібриду Форсаж 3,0 см) (табл. 6).

Таблиця 6.

Вплив густоти стояння рослин агроценозу на формування гібридами соняшнику діаметру стебла і кошика, см (2024 р.)

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис./га	Діаметр стебла, см	Діаметр кошика, см
Славсон (контроль)	45 (контроль)	2,9	22,5
	55	2,8	21,3
	65	2,8	20,1
Інтеграл	45	3,1	22,9
	55	2,7	21,8
	65	2,6	21,5
Форсаж	45	3,0	22,7
	55	2,8	19,2
	65	2,7	18,0
Стаєр	45	2,8	20,0
	55	2,4	19,3
	65	2,0	17,9
НІР ₀₉₅ см густота стояння рослин гібрид		0,2 0,2	0,7 0,6

Ці гібриди при найбільшому діаметру стебла на густоті стояння рослин 45 тис./га формували і найбільший діаметр кошику 22,5-22,9 см. На густоті 45 тис./га максимальний діаметр кошика 22,9 см формував гібрид Інтеграл, мінімальний діаметр кошика 20,0 см гібрид Стаєр.

На густоті стояння рослин в агроценозі 65 тис./га найменший за показниками діаметр кошику 18,0 та 17,9 см формували гібриди Форсаж і Стаєр.

Найменший вміст сухої речовини в одній рослині під час збирання відмічалася у гібрида Стаєр 97,6-91,4 г (табл. 7).

Таблиця 7.

Кількісні ознаки продуктивності гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин в агроценозі, (2024 р.)

Гібрид	Густота стояння рослин, тис./га	Суха вага однієї рослини в період збирання, г	Вага кошика з насінням, г	% ваги кошика до сухої ваги рослини	Вага насіння кошика, г	% ваги насіння до ваги кошика	Кількість насінин в кошику рослини, шт.
Славсон (контроль)	45	141,8	102,9	72,6	69,3	67,3	1322
	55	134,5	93,0	69,1	58,9	63,3	1244
	65	121,3	82,1	67,6	52,3	63,7	975
Інтеграл	45	117,7	85,4	72,6	74,7	87,5	1495
	55	92,1	69,3	75,2	64,8	93,5	1180
	65	73,9	60,3	81,6	54,6	90,5	1179
Форсаж	45	156,0	101,0	64,7	70,2	69,5	1254
	55	121,2	77,4	63,9	59,7	77,1	944
	65	107,4	68,3	63,6	50,0	73,2	900
Стаєр	45	112,8	99,5	88,2	79,2	79,6	1011
	55	103,4	89,2	86,3	64,9	72,9	867
	65	100,8	86,8	86,1	52,8	60,8	798

Суха вага рослин соняшнику під час збирання визначалася щільністю посівів. Підвищення густоти стояння рослин в агроценозах призводило до зниження вмісту сухої речовини в рослині гібридів соняшнику. Під впливом загушення агроценозів вага сухої речовини знижувалася у гібрида Славсон на 7,3-20,5 г, у гібрида Інтеграл на 25,6-43,6 г, у гібрида Форсаж на 34,8-48,6

г. У гібрида Стаєр спостерігався найменше зниження сухої ваги рослини при збільшенні щільності агроценозу на 9,4-12,0 г.

Зниження ваги сухої речовини однієї рослини супроводжувалося одночасно із зниженням ваги кошика з насінням під дією зростання кількості рослин в агроценозі гібридів. Найменший рівень зниження ваги кошика з насінням при загущенні посівів 9,7-20,2% і 10,4-12,8% було характерно відповідно гібридам Славсон і Стаєр. Під дією збільшення густоти стояння рослин в агроценозі гібрид Форсаж мав найбільший рівень зниження ваги сухої речовини однієї рослини 23,4-32,4%.

При зниженні ваги сухої речовини та ваги кошика з насінням відбувалося зміна співвідношення між вагою насіння кошика та вагою сухої рослини. Зміна співвідношення між цими кількісними ознаками визначалась як під дією густоти стояння рослин так і реакцією гібрида на зміну умов вирощування.

При найменшому зниженні сухої ваги рослини у гібрида Славсон одночасно синхронно спостерігалось зниження співвідношення між вагою насіння кошика та сухою вагою рослин. У гібрида Славсон співвідношення находилось в межах 72,6-67,6%. У гібрида Стаєр при зниженні вмісту сухої речовини від загущення агроценозу, зменшення показників співвідношення між сухою вагою насіння та вагою кошика з насінням відбувалося в межах зростання кількості рослин від 45 тис./га до 55 тис./га. В подальшому при зростанні щільності посіву співвідношення між цими кількісними ознаками не змінювалось і знаходилось на рівні насіння в межах 86,3-86,1%. Зниження ваги рослини під час збирання у цих гібридів, як показує співвідношення, відбувалося в значній мірі за причиною зниження ваги кошика з насінням.

Підвищення густоти стояння рослин обумовлювало зростання показників співвідношення від 72,6 до 81,6% між вагою насіння кошика та сухою вагою рослини у гібрида Інтеграл. У гібрида Інтеграл таке співвідношення свідчить про зниження сухої маси насіння рослини за

причиною зниження в значній мірі ваги вегетативних органів – стебла та остаточної кількості листків на рослині.

Зниження сухої ваги рослини і ваги насіння кошика з насінням у гібрида Форсаж відбувалося практично на одному рівні показника співвідношення між ознаками суха вага рослини та вага насіння кошика 64,7-63,6. У гібрида Форсаж, таким чином, зниження ваги рослини відбувається з одночасним зниженням ваги вегетативних та генеративних органів.

Аналіз показників кількісних ознак продуктивності – вага насіння в кошику, кількість насінин в кошику – показує, що підвищення кількості рослин агроценозі призводить до зниження як ваги насіння кошику, так і кількості насінин в кошику при чітко вираженому зниженні співвідношенню між вагою кошика з насінням і вагою насіння в кошику у гібрида Стаер. Це показує, що зниження показників цих кількісних ознак під дією фактора щільність посівів відбувається за причиною одночасного зниження ваги кошика з насінням і саме також насіння кошика.

У гібрида Славсон при зниженні ваги насіння в кошику від загущення посівів зниження співвідношення між вагою насіння та вагою кошику з насінням відбувається до рівня 63,3% на фоні зростання кількості рослин в агроценозі 55 тис./га. В цьому випадку зниження ваги кошику з насінням відбувається за рахунок ваги насіння кошику. Зростання густоти стояння до 65 тис./га не приводить до зниження співвідношення між цими ознаками, що свідчить про те, що зниження ваги кошику відбувається за причиною зниження вегетативної маси кошику.

У гібридів Інтеграл та Форсаж, як показує співвідношення між вагою насіння та вагою кошика з насінням зниження ваги кошику з насінням в межах густоти стояння рослин від 45 тис./га до 55 тис./га відбувається за причини зниження ваги вегетативної частини кошика, а в межах зростання щільності агроценозу від 55 тис./га до 65 тис./га зниження ваги кошику з насінням відбувається за причиною зниження ваги насіння в кошику, що і

призводить до зниження показників співвідношення між цими кількісними ознаками.

Рівень отримання врожайності гібридами різних груп стиглості в умовах Лісостепу України визначався кількісними ознак рослин, густотою стояння рослин в агроценозі, реакцією генотипа на зміну умов вирощування.

За всіма густотами стояння рослин в агроценозі найвища врожайність 3,51 т/га отримана при вирощуванні середньораннього гібрида Стаєр на контрольній щільності агроценозу в 45 тис./га (табл.8).

Таблиця 8.

Врожайність та якісні показники врожайності гібридів соняшнику на фоні різної щільності агроценозів, (2024 р.)

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис./га	Врожайність, т/га	Вміст жиру в насінні, %
Славсон (контроль)	45	2,97	50,1
	55	3,09	50,7
	65	3,20	51,0
Інтеграл	45	3,21	52,4
	55	3,35	52,7
	65	3,34	52,2
Форсаж	45	2,95	53,5
	55	3,08	53,2
	65	3,06	53,1
Стаєр	45	3,51	51,4
	55	3,30	53,1
	65	3,21	53,8
НІР ₀₉₅ т/га густина стояння рослин гібрид		0,03 0,02	

Зростання кількості рослин в агроценозі до 55 і до 65 тис./га призводило зниження врожайності гібрида до рівня 3,30 і 3,21 т/га.

Мінімальна врожайність гібрида отримана на максимальній густоті стояння рослин 65 тис./га.

В процесі формування врожайності зниження кількості насіння кошику, підвищення щільності агроценозу не приводило до зменшення врожайності у скоростиглого гібрида Славсон. Зниження ваги насіння в кошику компенсувалося більшою кількістю рослин в агроценозі. Підвищення густоти стояння рослин до 55 тис./га і 65 тис./га забезпечувало підвищення врожайності у гібрида Славсон до рівня 3,09 і 3,20 т/га.

Підвищення густоти стояння рослин до 55 тис./га забезпечувало приросту врожайності на 0,14 т/га у ранньостиглого гібрида Інтеграл і на 1,3 т/га у ранньостиглого гібрида Форсаж. Підвищення врожайності до 65 тис./га не впливало на подальше підвищення врожайності. Гібриди Інтервал і Форсаж на густоті стояння рослин в 65 тис./га формували практично такий же самий рівень врожайності як і на густоті стояння рослин в 55 тис./га.

Стосовно вмісту жиру в насінні соняшнику слід відмітити у гібрида Форсаж при загущенні посіву відмічалася тенденція до зниження олійності насіння. У інших гібридів при загущенні агроценозів відмічена тенденція до зростання олійності насіння. Максимальний вміст жиру в насінні 53,8% відмічено у гібрида Стаер на густоті стояння рослин в 65 тис./га.

Таким чином, формування врожайності соняшнику визначається рядом факторів, в тому числі і групою стиглості гібридів, так як ранньостиглі гібриди Інтеграл і Форсаж ідентично реагували на зміну умов вирощування (рис. 8). При цьому гібрид Інтеграл за всіма густотами рослин формував більшу врожайність ніж гібрид Форсаж.

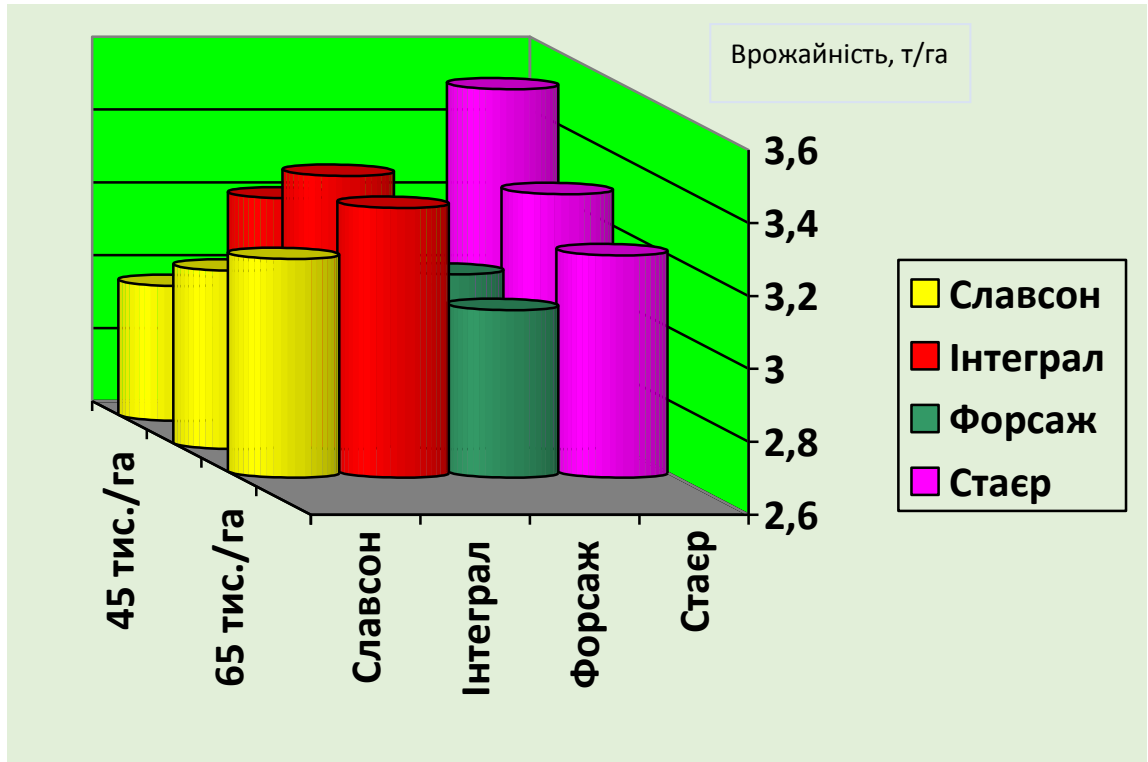


Рисунок 8. Врожайність гібридів соняшнику.

Таким чином, застосування різною густоти стояння рослин, як елементу сортової агротехніки в технології вирощування гібридів соняшнику, дозволяє з урахуванням особливостей генотипів отримати якомога найвищий рівень врожайності.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНОЮ ГУСТОТОЮ СТОЯННЯ РОСЛИН

Ефективність застосування в технології вирощування соняшнику агротехнічних прийомів базується на проведенні їх економічної оцінці, з урахуванням фізіолого-біологічних особливостей генотипів і потенційної генетичної продуктивності гібридів.

Недотримання при застосуванні в технології науково обґрунтованих агроприймів, неправильне та недоцільне використання виробничого та біокліматичного потенціалів, призведе зниження врожайності соняшнику, економічної ефективності і в кінцевому рахунку до погіршення фінансового стану сільськогосподарського підприємств.

Сорти та гібриди соняшнику при дотриманні технології обробітку культури характеризуються високою адаптивністю, продуктивністю агроценозів.

З метою ефективного впровадження гібридів у виробництві та їх вирощування у фермерських, сільськогосподарських підприємствах агроному дуже важливо дотримуватися наукових рекомендацій щодо їх вирощування, у тому числі й щодо застосування у технологіях густоти стояння рослин. Тому завданням наших досліджень є виконання оцінки економічної ефективності використання в технології вирощування різної щільності агроценозів гібридів соняшника.

З метою визначення економічної ефективності застосування різної густоти стояння рослин в досліді ми розраховували виробничі витрати (грн.), умовно-чистий прибуток. Результати проведених розрахунків економічної ефективності застосування густоти стояння рослин в технології вирощування соняшнику наведено в таблиці 9.

Таблиця 9.

Економічна ефективність застосування в технології вирощування різної густоти стояння рослин, (2024 р.)

Гібрид	Передзбиральна густота стояння рослин, тис./га	Умовно-чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %	Окупність витрат
Славсон (контроль)	45 (контроль)	29150	224	3,24
	55	30700	232	3,32
	65	31407	247	3,39
Інтеграл	45	31500	229	3,42
	55	32900	255	3,49
	65	32670	250	3,47
Форсаж	45	28955	229	2,22
	55	30230	235	3,33
	65	30005	234	3,00
Стаєр	45	34457	264	3,54
	55	32376	254	3,48
	65	31443	232	3,42

Виконані розрахунки та отримані дані результатів результати оцінки економічної ефективності застосування різної густоти стояння агроценозів гібридів соняшнику показують загальний високий рівень рентабельності та умовно-чистого прибутку у всіх варіантах досліджу.

ВИСНОВКИ

1. Густота стояння рослин в технології вирощування соняшнику є важливим елементом сортової агротехніки, який забезпечує оптимальне розміщення рослин в агроценозі, сприяє більш повному розкриттю гібридами свого генетичного потенціалу врожайності за рахунок зміни умов вирощування.

2. Ріст та розвиток рослин соняшнику за різною густотою стояння рослин в агроценозах визначається біологічними особливостями гібридів, їх реакцією на зміну умов вирощування, що приводить до різних темпів накопичення сухої речовини в рослинах, різної площі листкової поверхні, інтенсивності процесів фотосинтезу.

3. У скоростиглого гібрида Славсон та середньораннього гібрида Стаєр рівень інтенсивності фотосинтезу в більшій мірі визначається площею листкової поверхні, яка відбувається за рахунок застосування різної густоти стояння рослин в агроценозі.

4. У ранньостиглих гібридів Інтеграл та Форсаж інтенсивність чистої продуктивності рослин визначається вмістом сухої речовини в рослинах в стадії цвітіння. Підвищення густоти стояння рослин в агроценозі призведе до зниження вмісту сухої речовини в рослинах і зниженню чистої продуктивності фотосинтезу.

5. Підвищення густоти стояння рослин приводе до зниження показників кількісних ознак продуктивності. Прояв кількісних ознаки рослин гібридів соняшнику визначається реакцією гібридів на зміну умов вирощування при застосування в технології вирощування різної густоти стояння рослин.

6. У гібрида Славсон зниження ваги кошику з насінням на густоті стояння 55 тис./га відбувається за причиною зміни ваги насіння кошику, на густоті стояння рослин 65 тис./га, за причиною зниження вегетативної маси кошику.

7. У ранньостиглих гібридів Інтеграл та Форсаж зниження ваги кошику з насінням за густотою стояння рослин 45 і 55 тис./га відбувається за причини зниження ваги вегетативної частини кошика, за густотою стояння рослин 65 тис./га відбувається за причиною зниження ваги насіння в кошику.

8. У гібрида Стаєр під впливом густоти стояння рослин зниження ваги кошику з насінням відбувається за причиною одночасного зниження ваги кошика з насінням і саме також насіння кошика.

9. Застосування оптимальної густоти стояння рослин в агроценої відповідно до біологічних особливостей гібридів густоти стояння дозволяє отримати найвищі рівні врожайності.

10. В умовах Лісостепу України густота стояння рослин 65 тис./га забезпечує формування максимальної врожайності 3,20 т/га у скоростиглого гібрида Славсон, густота стояння рослин 55 тис./га здатна забезпечити найвищу врожайність 3,35 т/га і 3,08 т/га у ранньостиглих гібридів Інтеграл та Форсаж, густота стояння рослин 45 тис./га сприяє отриманню максимальної врожайності 3,51 у середньораннього гібрида Стаєр.

11. В умовах Лісостепу із всіх досліджуваних гібридів отримання найвищої врожайності 3,51 т/га досягнуто при вирощуванні гібрида Стаєр за густотою стояння рослин в агроценозі 45 тис./га

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лісостепу України рекомендовано вирощувати гібриди соняшнику за наступною густотою стояння рослин:

скоростиглий гібрид Славсон – 65 тис./га;

ранньостиглі гібриди Інтеграл, Форсаж – 55 тис./га;

середньоранньостиглий гібрид Стаєр – 45 тис./га.

Для отримання найвищої врожайності гібридів соняшника необхідно точно підходити в технології вирощування до визначення густоти стояння рослин в агроценозі, при якій поріг зниження продуктивності окремої рослини не перевищує рівень урожайності, що формується, всього агроценозу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксьонов І. В. Біологія, селекція, технологія вирощування соняшника (монографія) / І. В. Аксьонов, Ю. В. Гаврилюк, І. І. Аксьонова, М. В. Котченко, М. Ю. Румбах, А. А. Іжболдін. – Дніпро: ДГАЭУ, 2020а. – 263 с.
2. Аксьонов І. В. Встановлення, опис морфологічних ознак рослин соняшника (науково-практичний посібник при веденні селекційної роботи) / І. В. Аксьонов, Ю. В. Гаврилюк, М. В. Котченко, М. Ю. Румбах, Г. В. Кірсанова, А. А. Іжболдін, М. В. Котченко, Г. В. Кірсанова. – Дніпро: ДГАЭУ, 2020б. – 105 с.
3. Демурін Я. Н. Ідентифікація генів еректоїдності листа у соняшника / Я. Н. Демурін, Н. Н. Толмачьова // Науково-технічний бюлетень ВНДІМК. – 2005. – Вып. 2 (133). – С. 7-11.
4. Стоянова Й. Изследване на еректовидния хабитус при слънчогледа / Й. Стоянова, П. Петров, П. Иванов // Растениевъд. науки. – 1985. – Т. 3. – С. 56–60.
5. Єременко О. Продуктивність гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) під дією регулятора росту рослин АКМ в умовах зниженої вологості південного степу України / О. Єременко, В. Хвїртка // Журнал сільського господарства та ветеринарії. – 2016. – № 9. – С. 59–64.
6. Пінковський Г. В. Продуктивність та водоспоживання середньоранніх гібридів соняшника залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України / Г. В. Пінковський, С. П. Танчик // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – Вип. 72. – С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.11>
7. Грабовський М. Б. Вплив густоти стояння рослин на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність соняшнику в умовах

Центрального Лісостепу України / М. Б. Грабовський // *Агроном.* –2012. – № 1. – С. 135–138.

8. Федорчук М. І. Продуктивність гібридів соняшнику високоолеїнового типу залежно від густоти стояння рослин / М. І. Федорчук, М. А. Ковальов // – *Агроном.* – 2019.

9. Ткаліч І., Горбатенко А., Судак В. Боқун О. Соняшник у різних умовах / І. Ткаліч, А. Горбатенко, В. Судак, О. Боқун // *Агробізнес сьогодні.* – 2016. – № 4. – С. 68–74.

10. Олексюк О. М. Вплив способів сівби і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в Північній частині Степу України: автореф. дис. ... к-та с.-г. наук : 06.01.09. Дніпропетровськ, 2000. – 16 с.

11. Коваленко А. М. Вирощування соняшнику в сівозмінах в умовах Степу / А. М. коваленко, В. Г. Таран, О. А. Коваленко // *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН.* – 2009. – № 14. – С. 157–161.

12. 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.

13. Abou-Kresha M. A. Performance of some short and long statured sorghum and sunflower varieties under sole and intercropping planting / M. A. Abou-Kresha, M. A. Haikel, B. S. Farghaly // *Mansoura Journal Agricultural Science.* – 1996. – № 21. – P. 129-132.

14. Akhtar M. Effect of nitrogen on the seed yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus L.*) / M. Akhtar, M. A Nadeem, S. Ahmed, A. Tanveer // *Journal of Agricultural Faisalabad (Pakistan).* – 1992.

15. Ahmad M. Nitrogen Management of Diverse Sunflower (*Helianthus annus L.*) Hybrids Production under Agro-Climatic Conditions of Sargodha, Pakistan / M. Ahmad, A. Ali, A. Khan, A. Sher, A. Rashid, S. Jamro, S. Ur-

Rahman, S. Ahmad // *American Journal of Plant Sciences*. – 2017. – № 8. – P. 1357-1367. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.83028>

16. Agele, S.O. Response of Sunflower to Weather Variations in a Tropical Rainforest Zone/ S. O. Solo // *African Crop Science Conference Proceedings*. – 2003. – Vol. 6. – P. 1-8.

17. Akbari P. The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annus L.*) / P. Akbari, A. Ghalavand, A. M. Modarres Sanavy, M. A. Alikhani // *Journal of Agricultural Technology*. – 2011. – № 7(1). – P. 173-184.

18. Aksyonov I. Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower / I. Aksyonov // *Helia*. – 2007. – Volume 30, Number 47. – P. 79-86.

19. Ali A. Nitrogen Nutrition and Planting Density Effects on Sunflower Growth and Yield: A Review / A. Ahmad, T. Khaliq, A. Ali, M. Ahmad // *Pakistan Journal of Nutrition*. – 2013. – № 12. – P. 1024-1035. <https://doi.org/10.3923/pjn.2013.1024.1035>

20. Allam A. Y. Response of Two Sunflower Hybrids to Planting Dates and Densities / A. Y. Allam, G. R. El-Nagar, A. H. Galal // *Acta Agronomica Hungarica*. – 2002. – № 51. – P. 25-35. <https://doi.org/10.1556/AAgr.51.2003.1.4>

21. Alvarado, V. A Hydrothermal Time Model Explains the Cardinal Temperatures for Seed Germination / V. Alvarado, K. J. Bradford // *Plant Cell Environ*. – 2002. – № 25. – P. 1061–1069. [Google Scholar] [CrossRef]

22. Alves Allan Nunes. Dry Matter Production and Nutritional Status of Sunflower Grown in Nutrient Solution under Macronutrient Omission / Allan Nunes Alves, Felipe Guedes de Souza, Lucia Helena Garofalo Chaves, Ana Carolina Feitosa de Vasconcelos // *Agricultural Sciences*. – 2018. – Vol. 9 (11).

23. Anastasi U. Yield potential and oil quality of sunflower (oleic and standard) grown between autumn and summer. / U. Anastasi, M. Cammarata, V. Abbate // *Italian Journal Agronomy*. – 2002. – № 4. – P. 23-36.

24. Andrade A. Comparative Morpho-Biochemical Responses of Sunflower Lines Sensitive and Tolerant to Water Stress / A. Andrade, A. Vigliocco, S. Alemano, A. Llanes, G. Abdala // *American Journal of Plant Sciences*. – 2013. – № 4. – P. 156-167.

<https://doi.org/10.4236/ajps.2013.412A3018>

25. Andrade F. H. Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean: their application to crop management, modeling and breeding / F. H. Andrade, V. O. Sadras, C. R. C. Vega, L. Echarte // *Journal Crop Improvement*. – 2005. – № 14. – P. 51-101.

26. Aubertot J.N. Vers Une Protection Agroécologique Des Cultures En Phase d'implantation. In *Reussir l'Implantation Des Cultures* / J. N. Aubertot, J. P. Deguine, J. R. Lamichhane, M. H. Robin, J. P. Sarthou, C. Steinberg. – *Enjeux Agroécologiques, Itinéraires Techniques*. – Quae: Paris, France, 2022. – pp. 107–134. [Google Scholar]

27. Austin R. B. Dry matter yields and photosynthetic rates of diploid and hexaploid Triticum species / R. B. Austin, C. L. Morgan, M. A. Ford // *Ann Bot*. – 1986. – № 57. – P. 847-857

28. Basha H. A. Response of two sunflower cultivars to hill spacing and nitrogen fertilizer levels under sandy soil conditions / H. A. Basha // *Zagazig Agricultural Research*. – 2000. – № 27. – P. 617-633.

29. Barros J. F. C. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to Sowing Date and Plant Density under Mediterranean Conditions / J. F. C. Barros, M. De Carvalho, G. Basch // *European Journal of Agronomy*. – 2004. – № 21 (3). – P. 347-356.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2003.10.005>

30. Bavec F. Effects of Plant Population on Leaf Area Index, Cob Characteristics and Grain Yield of Early Maturing Maize Cultivars (FAO100-400) / F. Bavec, M. Bavec // *European Journal of Agronomy*. – 2002. – № 16. – P. 151-159. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(01\)00126-5](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(01)00126-5)

31. Berglund D. R. Sunflower Production / D. R. Berglund. – North Dakota Agricultural Experiment Station and North Dakota State University Extension Service Extension Publication A-1331, 2007.

32. Calamai, A., Masoni, A., Palchetti, E., Grassi, C. and Brillì, L. (2018) Evaluation of Agronomic Performance and Seed Oil Composition of Sunflower Genotypes in South Madagascar / A. Calamai, A. Masoni, E. Palchetti, C. Grassi, L. Brillì // *Agricultural Sciences*. – 2018. – № 9. – P. 1337-1353.

33. Cerny I. The variability of sunflower (*helianthus annuus* l.) yield and quality influenced by the weather conditions / I. Cerny, A. Veverkova, M. Kovar, M. Matyas // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. – 2013. – № 61(3). – P. 595–600.

34. Chimenti C., Hall A., Lopez M. *Field Crops Research*. – 2001. – № 69. – P. 81-88.

35. Gholinezhad E. Study of the Effect of Drought Stress on Yield, Yield Components and Harvest Index of Sunflower Hybrid Iroflor at Different Levels of Nitrogen and Plant Population / E. Gholinezhad, A. Aynaband, A. Hassanzade // *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. – 2009. – № 37. – P. 85-94.

36. Coelho E. D. D. Efficiency of Nitrogen use in Sunflower / E. D. D. Coelho, A. R. E. D. Souza, H. A. Lins, M. G. D. Santos, M. D. Freitas Souza, D. Lima Tartaglia, A. K. S. D. Oliveira, A. R. W. D. Lopes, L. M. Silveira, V. Mendonca, A. R. B. Junior // *Plants*. – 2022. – № 11. – P. 2390. <https://doi.org/10.3390/plants11182390>

37. Cucci G. Spatial distribution of roots and cracks in soils cultivated with sunflower / G. Cucci, G. Lacolla, G. Caranfa, G. // *Agronomy Soil Science*. – 2017. – № 64. – P. 13–24. [Google Scholar] [CrossRef]

38. Debaeke P. Adaptation of crop management to water-limited environments /P. Debaeke, A. Aboudrare // European Journal Agronomy. –2004. – № 21. – P. 433–446. [Google Scholar] [CrossRef]


39. De La Vega. Environmental attributes underlying environmental main effects and genotype environmental interactions in sunflower / De La Vega, A.J., Chapman, S.C. – In Proceeding 15th. Intenational Sunflower Conference. Toulouse France, 2000. – P.112 –116.

40. Demir Ismail. Yield traits of sunflower (*helianthus annuus* l.) Hybrids according To the difference in their growth stages / Ismail Demir // Pakistan Journal of Botany. – 2021. – № 53 (1). – P. 267-272.

41. Dusanic Nenad. Dynamics of dry matter accumulation in sunflower / Nenad Dusanic, Vladimir Miklic, Igor Balalic, Velimir Radic, Jovan Crnobarac. . – Proceeding 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, 2008. – Cordoba, 2008 – P. 375-379.

42. De Oliveira. Efeito Da Temperatura Sobre a Germinação de Sementes de *Diptychandra aurantiaca* (Fabaceae) / A. K. M. De Oliveira, J. W. F. Ribeiro, K. C. L. Pereira, C. A. A. Silva // Acta Science Agronomy. – 2013. – № 35. – P. 203–208.

43. Diepenbrock W. (2001) Yield and Quality of Sunflower as Affected by Row Orientation, Row Spacing and Plant Density / W. Diepenbrock, M. Lang, B. Feil // Die Bodenkultur. – 2001. – № 52. – P. 29-36.

44. Echarte Laura. Echarte, Maria Mercedes ; Cerrudo, Diego; Gonzalez, V. H.; Alfonso, C.; Cambareri, M.; Hernandez, M.; Nagore, Maria Luján  ; Della Maggiora, A. Sunflower evapotranspiration and water use efficiency in response to plant density / Laura Echarte, Maria Mercedes Diego Cerrudo, V. H. Gonzalez, C. Alfonso, M. Cambareri, M. Hernandez, Maria Lujan Nagore, Maggiora A. Della // Crop Science. – 2020. – Volume60, Issue1. – P. 357-366.

45. El-Tabbakh S. Sh. Sunflower cultivars performance as influenced by nitrogen fertilizer and distance between hills / S. Sh. El-Tabbakh // *Monofiya Journal Agricultural Research*. – 1994. – № 19. – P. 1731-1745.

46. Esechie H. A. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to planting pattern and population density in a desert climate / H. A. Esechie, S. Elias, V. Rodriguez, H. S. Al-Asmi // *Journal of Agric Sciences Cambridge*. – 1996. – № 126. – P. 455-461.

47. Fageria V. D. Nutrient Interactions in Crop Plants / V. D. Fageria // *Journal of Plant Nutrition*. – 2001. – № 24. – P. 1269-1290.
<https://doi.org/10.1081/PLN-100106981>

48. Fargo N. D. Sunflowers in South Dakota / N. D. Fargo, H. A. Geise // *Bulletins*. – 1974. – P. 626.
http://openprairie.sdstate.edu/agexperimentsta_bulletins/

49. Fernandez-Martinez J. M. Sunflower. In: Vollmann, J., Rajcan, I. (eds) *Oil Crops* / J. M. Fernandez-Martinez, B. Pérez-Vich, L. Velasco // *Handbook of Plant Breeding*. Springer. – 2009. – Vol 4. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77594-4_6.

50. Fernandez-Moya V. Oils from improved high stearic acid sunflower seeds / V. Fernandez-Moya, E. Martinez-Force, R. Garces // *Journal Agricultural Food Chemistry*. – 2005. – № 53. – P. 5326-5330.

51. Hall A. J. Contribution of pre-anthesis assimilates to grain filling in irrigated and water-stressed sunflower crops / A. J. Hall, D. M. Whitfield, D. J. Connor // *Field Crops Research*. – 2005. – № 24. – P. 273-294.

52. Haseeb M. Influence of Foliar Applied Nitrogen on Reproductive Growth of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) under Water Stress / M. Haseeb, N. Maqbool // *Agricultural Sciences*. – 2015. – № 6. – P. 1413-1420.
<https://doi.org/10.4236/as.2015.612137>

53. Hoekstr F. A. Mechanisms of Plant Dessication Tolerance / F. A. Hoekstra, E. A. Golovina, J. Buitink // Trends Plant Science. – 2001. – № 6. – P. 431–438. [Google Scholar] [CrossRef]
54. Hubert J. Dyer. Photoperiodic Behavior of Sunflower / J. Dyer Hubert, Skok John, J. Scully Norbert // Botanical Gazette. – 1959. – Vol. 121 (1). – P. 50-55.
55. Geweifel H. G. M. Response of sunflower to phosphorus and nitrogen fertilization under different plant densities in sandy soil / Y. G. M. Geweifel, A. A. Osman Fatma, A. Y. El-Banna // Zagazig Journal Agricultural Research. – 1997. – № 24. – P. 435-448.
56. Gifford R. M. Photosynthesis, carbon partitioning and yield / R. M. Gifford, L. T. Evans // Annual Review of Plant Physiology. – 1981. – № 32. – P. 485-509.
57. Carmen Gimenez. Lawlor Regulation of Photosynthetic Rate of Two Sunflower Hybrids under Water Stress / Gimenez Carmen, J. Mitchell Valerie, W. David // Plant Physiology. – 1992. – № 98. – P. 516-524.
58. Gonzalez J. Sunflower yield and climatic variables / J. Gonzalez, N. Mancuso, P. Luduena // Helia. – 2013. – Vol. 36, Is. 58. – P. 69–76.
59. Gubbels G. H. Effect of plant density and seeding date on early- and late- maturing sunflower hybrids / G. H. Gubbels // Canadian Journal of Plant Science. – 1989. – № 69. – P. 1251-1254.
60. Gutteridge S. The significance of ribulose-1,5bisphosphate carboxylase in determining the effects of the environment on photosynthesis and photorespiration / S. Gutteridge, A. J. Keys. In J Barber, NR Baker, eds. Photosynthetic Mechanisms and the Environment. – Elsevier, Amsterdam, 1985. – P. 259-285.
61. Ibrahim H. M. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density / H. M. Ibrahim // APCBEE Procedia. – 2012. – № 4. – P. 175-182.

62. Ion V. Sunflower Yield and Yield Components under Different Sowing Conditions / V. Ion, G. Dicu, A. G. Basa, M. Dumbrava, G. Temocico, L. I. Epure, D. State // *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. – 2015. – № 6. – P. 44-51.

<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.036>

63. Kalenska S. Morphological Features of Plants and Yield of Sunflower Hybrids Cultivated in the Northern Part of the Forest-Steppe of Ukraine / / S. Kalenska, A. Ryzhenko, N. Novytska, L. Garbar, T. Stolyarchuk, V. Kalenskyi, O. Shytiy // *American Journal of Plant Sciences*. – 2020. – Vol.11, №8. – P. 1331-1344. DOI: 10.4236/ajps.2020.118095

64. Kamkar B. Fungal diseases and inappropriate sowing dates, the most important reducing factors in cumin fields of Iran, a case study in Khorasan provinces / B. Kamkar, A. R. Koocheki, M. Nassiri Mahallati, da Silva Teixeira da Silva, P. Rezvani Moghaddam, M. Kafi // *Crop Protection*. – 2011. – № 30. – P. 208–215.

65. Kemanian A. R. Variability of barley radiation-use efficiency / A. R. Kemanian, C. O. Stöckle, D. R. Huggins // *Crop Science*. – 2004. – № 44. – P. 1662–1672. [Google Scholar] [CrossRef]

66. Khaeim H. M. Winter Wheat Genotypes Response to Different Water Quality / H. M. Khaeim, B. A. Jeber, M. A. Ali // *International Journal Agricultural Statistical Sciences*. – 2019. – № 15. – P. 669–676.

67. Kunos V. The Stimulation of Superoxide Dismutase Enzyme Activity and Its Relation with the *Pyrenophora teres f. teres* Infection in Different Barley Genotypes / V. Kunos, M. Cseplo, D. Seress, A. Eser, Z. Kende, A. Uhrin, J. Banyai, J. Bakonyi, M. Pal, K. Mészáros // *Sustainability*. – 2022. – № 14. – P. 2597. [Google Scholar] [CrossRef]

68. Laviola B. G. Teor e acumulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso / B. G. Laviola, L. A. S. Dias // *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. – 2008. – № 32. – P. 1969-1975.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500018>

69. Lawlor D. W. Kontturi M, Young AT (1989) Photosynthesis by flag leaves of wheat in relation to protein, ribulose biphosphate carboxylase activity and nitrogen supply / D. W. Lawlor, M. Kontturi, A. T. Young // *Journal Experimental Botany*. – 1989. – № 40. – P. 43-52

70. Libenson S. Low Red to Far-Red Ratios Reaching the Stem Reduce Grain Yield in Sunflower / S. Libenson, Maria Veronica Rodriguez, Monica Lopez Pereira, Ramiro A Sanchez Jorge Jose Casal // *Crop science*. – 2002. – Volume 42, Issue 4. – P. 1180-1185.

71. Li J. G. Effect of Planting Density on the Growth and Yield of Sunflower under Mulched Drip Irrigation / J. G. Li, Z. Y. Qu, Y. Chen, B. Yang, Y. P. Huang // *Water*. – 2019. – № 11. – P. 751.

72. Lipi Nowrose Jahan. Effect of different planting density of sunflower varieties on yield and yield attributing characters in rice-rice-sunflower cropping pattern / Nowrose Jahan Lipi, Muhammad Maniruzzaman // *Agriculture, livestock and fisheries*. – 2023. – Vol. 10, № 3. – P. 229-235.

73. Liovic I. Influence of weather conditions on grain yield, oil content and oil yield of new os sunflower hybrids / I. Liovic, A. Mijic, A. Markulj Kulundzic T. Duvnjak, D. Gadzo // *Poljoprivreda*. – 2017. – Vol. 23, Is. 1. – P. 34–39.

74. Longstreth D. J. Mesophyll cell properties for some C3 and C4 species with high photosynthetic rates / D. J. Longstreth, T. L. Harsock, P. S. Nobel // *Physiology Plant*. – 1980. – № 48. – P. 494-498.

75. Majid H. S. Semi-dwarf and conventional height sunflower performance at five plant populations / H. S. Majid, A. A. Schneiter // *Agronomy Journal*. – 1988. – № 80. – P. 821-824.

76. Meydani S. N. Food use and health effects of soybean and sunflower oils / S. N. Meydani, S. N. Lichtenstein, P. J. White, S. H. Goodnight, C. E. Elson, M.

Woods, S. L. Gorbach, E. L. Schaefer // *Journal of the American College of Nutrition*. – 1991. – № 10(5). – P. 406-428.

<https://doi.org/10.1080/07315724.1991.10718168>

77. Mijic A. Impact of Weather Conditions on Variability in Sunflower Yield over Years in Eastern Parts of Croatia and Hungary / A. Mijic, I. Liovic, V. Kovacevic, P. Pepo // *Acta Agronomica Hungarica*. – 2020. – № 60. – P. 397-405.

<https://doi.org/10.1556/AAgr.60.2012.4.10>

78. Mohammadi K. Fertilization affects the agronomic traits of high oleic sunflower hybrid in different tillage systems / K. Mohammadi, G. Heidari, M. Javaheri, A. Rokhzadi, M. T. K. Nezhad, Y. Sohrabi, R. Talebi // *Industrial Crops and Products*. – 2012. – № 44. – P. 446-451.

<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.028>.

79. Molla Aikaterini. Effect of Different Tillage Practices in Sunflower (*Helianthus annuus*) Cultivation in a Crop Rotation System with Intercropping Triticosecale - *Pisum sativum* / Aikaterini Molla, Georgios Charvalas, Maria Dereka Skoufogianni // *Plants*. – 2022. – № 11. – P. 49-56.

80. Moursi M. A. Harvest index in sunflower plant to some cultural treatments / M. A. Moursi, O. H. El-Bagoury, T. G. Behairy // *Proceeding 1st Conference. of Agronomy, Egypt*. – 1983. – № 2. – P. 625-635.

81. Narwal S. S. Response of sunflower to plant densities and nitrogen / S. S. Narwal, D. Malik // *Journal Agricultural Science*. – 1985. – № 104. – P. 95-97.

89. Nell A. A. The effect of plant population on the quality of sunflower seed for processing / A. A. Nell, H. L. Loubser, P. S. S. Hammes // *African Journal Plant Soil*. – 2000. – № 17. – P. 6-9. [Google Scholar] [CrossRef]

90. Pereira M. L. Sunflower oil yield responses to plant population and row spacing: Vegetative and reproductive plasticity / M. L. Pereira, A. J. Hall // *Field Crops Research*. – 2019. – № 230. – P. 17–30. [Google Scholar] [CrossRef]

91. Pereira Monica Lopez. Yield determinant responses to stand structure and crop population density in sunflower / Monica Lopez Pereira, A. J. Hall // *Conference: Proceedings 18th International Sunflower Conference*. – At: Mar del Plata-Argentina, 2012. – № 194. – 6 p.

92. Radič Velimir. Sunflower 1000-seed weight as affected by year and genotype / Velimir Radič, Mrda Jelena, Jocković Milan, Čanak Petar, Dimitrijević Aleksandra, Jocič Siniša // *Ratarstvo i povrtarstvo*. – 2013. – Vol. 50, iss. 1. – P. 1-7

93. Rehab I. F. Response of sunflower cultivars to plant density and weed control / I. F. Rehab // *Science and Development Research*. – 1994. – № 47. – P. 145-162.

94. Pejić, B. Effect of water stress on yield and evapotranspiration of sunflower / B. Pejić, L. Maksimović, D. Škorić, S. Milić, R. Stričević, B. Čupina, // *Helia*. – 2009. – Vol. 32, № 51. – P. 19-32.

95. Ritchie J. T. Temperature and crop development / J. T. Ritchie, D. S. NeSmith // *American Society Agronomy*. – 1991. – № 31. – P. 5-29.

96. Robinson R. G. The sunflower crop in Minnesota / R. G. Robinson, F. K. Johnson, O. C. Soine // *Agricultural Extension Service, University of Minnesota. Extension Bulletin*. – 1967. – 299 p.

97. Rondanini D. Dynamics of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief intervals of high temperature during grain filling / D. Rondanini, R. Savin, A. J. Hall // *Field Crops Research* – 2003. – № 83. – 79-90.

98. Rauf S. Biomass partitioning and genetic analyses of salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) / S. Rauf, A. Shahzad, da Silva J.A. Teixeira., I. R. Noorka // Journal of Crop Science and Biotechnology. – 2012. – № 15(3). – P. 53–57.

99. Safahani Langeroodi A. R. Response of sunflower cultivars to deficit irrigation / A. R. Safahani Langeroodi, B. Kamkar, da Silva J.A. Teixeira, M. Ataei // Helia. – 2014. – № 37. – P. 37–58. [Google Scholar] [CrossRef]

100. Sharma P. C. Response of sunflower (*Helianthus annuus*, L.) cultivars to fertility level and plant population / P. S. Sharma, S. K. Katyal, A. S. Faroda // Journal of Agronomy. – 1994. – № 39. – P. 76-78.

101. Schneiter A. Description of Sunflower Growth Stages / A. Schneiter, R. O. Miller // Crop Science. – 1981. – Vol. 11. – P. 635-638.

102. Schneiter A. A. Growth stages / A. A. Schneiter. – In D. R. Berglund (ed.) Sunflower production. Rev. North Dakota State Univ. Ext. Bull. – 1994a. – № 25. – P. 3-5.

103. Seiler G. J. Sunflower: Overview / G. J. Seiler, T. J., Gulya. – In: C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, and J. Faubion, editors, Encyclopedia of food and grains. 2nd ed. Elsevier, Waltham, MA. – 2016. – Vol. 1. – P. 247–253.

104. Sghaier Asma Haj. Germination and Seedling Development Responses of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds to Temperature and Different Levels of Water Availability / Asma Haj Sghaier, Hussein Khaeim, Akos Tarnawa, Gergo Peter Kovacs, Csaba Gyuricza, Zoltan Kende // Agriculture. – 2023. – № 13(3). – P. 608.

105. Skoric D. Sunflower breeding / D. Skoric. – Uljarstvo. – 1988. – Vol. 25 (1). – 90 p.

106. Soleymani A. Light Response of Sunflower and Canola as Affected by Plant Density, Plant Genotype and N Fertilization / A. Soleymani // *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. – 2017. – № 173. – P. 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.06.038>

107. Stewart D. W. Mathematical characterization of leaf shape and area of maize hybrids / D. W. Stewart, K=L. M. Dwyer // *Crop Science*. – 1999. – № 3. – P. 422–427. [Google Scholar] [CrossRef]

109. Vega C. R. Reproductive partitioning and seed efficiency in soybean sunflower and maize / C. R. Vega, F. H. Andrade, V. O. Sadras // *Field Crops Research*. – 2001a. – № 72. – P.143-175.

110. Vega C. R. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower and maize / C. R. Vega, F. H. Andrade, V. O. Sadras, S. A. Uhart, O. R. Valentinuz // *Crop Science*. – 2001b. – № 41. – P. 748-754.

111. Villalobos F. J. Effects of shading on dry matter partitioning and yield of field-grown sunflower / F. A. Villalobos, A. Soriano, E. Fereres // *European Journal Agronomy*. – 1992. – № 1. – P. 109-115.

112. Villalobos F. J. Planting density effect on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids / F. A. Villalobos, V.O. Sadras, A. Soriano, E. Fereres // *Field Crops Research*. – 1994. – №. 36. – P. 1-11.

113. Wardlaw I. F. The control of carbon partitioning in plants / I. F. Wardlaw // *New Phytology*. – 1990. – № 116. – P. 341-381.

114. Wen B. Effects of High Temperature and Water Stress on Seed Germination of the Invasive Species Mexican Sunflower / B. Wen // *PLoS ONE*. – 2015. – №. 10. e0141567. [Google Scholar] [CrossRef]

115. Xiao S. Density effects on plant height, growth and inequality in sunflower population / S. Xiao, S. Y. Chen, L. Q. Zhao, G. Wang // *Journal of Integrative Plant Biology*. – 2006. – № 8. – P. 513–519. [Google Scholar] [CrossRef]