

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки

До захисту

Допускається

Завідувач кафедри

Екології та ботаніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему:

**«ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В
УМОВАХ ВЕЛИКОПИСАРІВСЬКОЇ ОТГ»**

Виконав :

(підпис)

_____ **Бердін І.В.** _____

(Прізвище, ініціали)

Група:

_____ **ЕКО 2301-1м** _____

Науковий керівник:

(підпис)

д.б.н., проф.

_____ **Скляр В.Г.** _____

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет **агротехнологій та природокористування**

Кафедра **екології та ботаніки**

Освітній ступінь – «Бакалавр»

Спеціальність – 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедрою _____ Скляр В.Г.

“1” вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентіві

Бердіну Івану Васильовичу

1. Тема роботи **«ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В УМОВАХ ВЕЛИКОПИСАРІВСЬКОЇ ОТГ»**

Затверджено наказом по університету від “__” _____ 20__ р. №__

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі _____

3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела про особливості розвитку соняшника та різні аспекти його вирощування, дані про регіон досліджень, власний експериментальний матеріал, зібраний під час дослідження

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: вивчити динаміку висоти стебла, його діаметру, а також надземної фітомаси та площі листової поверхні за основними етапами розвитку рослин соняшника залежно від густоти посіву; визначити фотосинтетичний потенціал досліджуваних посівів; проаналізувати структуру та урожайність соняшника залежно від умов вирощування; запропонувати оптимальний діапазон густоти посіву для агроценозів соняшника.

Керівник дипломної роботи _____ Скляр В.Г.

Завдання прийняв до виконання _____ Бердін І.В.

Дата отримання завдання “1”_вересня__2023 р.

АНОТАЦІЯ

Бердін І.В. Екологізація вирощування соняшника в умовах Великописарівської ОТГ. Кваліфікаційна робота освітнього рівня – магістр, на правах рукопису. Спеціальність – 101 Екологія. – Сумський національний аграрний університет. Суми, 2024.

Кваліфікаційна робота викладена на 86 сторінках комп'ютерного тексту, з яких 57 – основна частина. Вона складається з вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку літератури, що включає 80 найменувань, з яких 20 – латиницею, включає в себе 13 таблиць, 16 ілюстрацій, 5 додатків.

У кваліфікаційній роботі представлено результати польового дослідження з вивчення особливостей розвитку рослин соняшника залежно від еколого-агротехнічних чинників вирощування в умовах південно-східної частини Сумської області, а саме в умовах Великописарівської ОТГ.

За результатами дослідження встановлено, що висота рослин збільшується по мірі ущільнення посіву, разом з цим закономірно зменшується діаметр стебла, що є наслідком загострення конкуренції в середині популяції соняшника. Загущення посіву негативного вплинуло на формування листової поверхні протягом всього періоду вегетації. В ущільнених посівах зменшилась кількість листків, їх площа в розрахунках на одну рослину та одиницю фітомаси, і, відповідно, загальна площа листової поверхні та індекс листової поверхні, в результаті чого погіршується їх фотосинтетична активність. Тривалість вегетації у щільніших посівах коротша за варіант з найменшою густотою, разом з меншою кількістю та площею листя, фотосинтетичний потенціал в цих посівах також суттєво зменшується.

Маса надземної частини рослин знижується при збільшенні густоти посіву, внаслідок чого переважна більшість ресурсів рослинного організму йде на формування генеративних органів. Також спостерігається тенденція до зменшення основних структурних елементів врожаю (діаметру та ваги кошика, виходу насіння з однієї рослини) та урожайності насіння.

Ключові слова: соняшник, технологія вирощування, густота посіву, урожайність, біометричні ознаки, фотосинтез

ANNOTATION

Berdin I.V. Ecologization of sunflower cultivation in the conditions of the Velikopysarivska OTG. Qualification work of the educational level - master's degree, with manuscript rights. Specialty - 101 Ecology. Sumy National Agrarian University. Sumy, 2024

The qualification work is presented on 89 pages of computer text, of which 57 are the main part. It consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and proposals, a list of references, which includes 80 titles, of which 20 are in Latin, includes 13 tables, 16 illustrations, 5 appendices.

The qualification work presents the results of a field experiment on the study of the features of sunflower plant development depending on the ecological and agrotechnical factors of cultivation in the conditions of the southeastern part of the Sumy region.

According to the results of the study, it was established that the height of the plants increases as the sowing is compacted, along with this, the stem diameter naturally decreases, which is a consequence of the intensifying competition in the middle of the sunflower population.

The thickening of sowing had a negative effect on the formation of the leaf surface during the entire growing season. In compacted crops, the number of leaves, their area in calculations per plant and unit of phytomass, and, accordingly, the total area of the leaf surface and the index of the leaf surface decreased, as a result of which their photosynthetic activity worsened. The duration of vegetation in denser crops is shorter than the option with the lowest density, along with a smaller number and area of leaves, the photosynthetic potential in these crops is significantly reduced.

The mass of the above-ground part of plants decreases with an increase in the density of sowing, as a result of which the vast majority of the resources of the plant organism go to the formation of generative organs. There is also a tendency to decrease the main structural elements of the crop (diameter and weight of the basket, yield of seeds from one plant) and seed yield.

Key words: sunflower, cultivation technology, sowing density, yield, biometric features, photosynthesis

ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ	3
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА (Огляд літератури)	10
1.1. Агроекологічні аспекти вирощування соняшника	10
1.2. Формування біометричних параметрів рослини	14
1.3. Продуктивність соняшника за різного рівня екологізації технології вирощування	19
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1. Об'єкт та предмет дослідження	24
2.2. Умови проведення дослідження	25
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	33
3.1. Матеріали та методи дослідження	33
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИНАМІКИ БІОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ, СТРУКТУРИ ТА ВЕЛИЧИНИ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКА (Результати дослідження)	40
4.1. Динаміка висоти рослин та діаметру стебла за різної густоти посіву	40
4.2. Особливості розвитку листкової поверхні	44
4.3. Фотосинтетичний потенціал посівів за різної густоти стояння	49
4.4. Формування сирої надземної фітомаси за різної густоти посіву	51
4.5. Урожайність та структурні елементи врожаю на різних діапазонах густоти посіву	52
4.5.1. Динаміка основних елементів структури врожаю	52
4.5.2. Урожайність соняшника за різної густоти посіву	57
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ	72

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДК – гранично допустима концентрація

ГТК – гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянінова

ДСТУ – Державний стандарт України

ЗЗР – засоби захисту рослин

ІЛП – індекс листкової поверхні

НААН – Національна академія аграрних наук України

НІР – найменша істотна різниця

ПП – приватне підприємство

РРР – регулятори росту рослин

ФПП – фотосинтетичний потенціал посівів

ВВСН – Міжнародна шкала періодизації онтогенезу культурних рослин

ВСТУП

Соняшник (*Helianthus annuus* L.) – рослина з родини Айстрові (*Asteraceae*), місцем походження якої є Північна Америка. У XVI столітті соняшник потрапив на Європейський континент, куди його привезли іспанські мореплавці. З цього часу його почали вирощувати в багатьох країнах, спочатку в якості декоративної рослини а потім для виробництва соняшникової олії, продуктів харчування, корму для свійських тварин, в промисловості та медицині [53 с.18].

Актуальність теми. На сьогоднішній день соняшник є головною олійною культурою в Україні, його частка в структурі посівних площ з року в рік стає все більшою. Розширення посівних площ соняшника здебільшого є негативним явищем, оскільки за своїми біологічними особливостями ця культура вважається досить вимогливою до умов вирощування. Соняшник виснажує ґрунти, поглинаючи поживні речовини та вологу, окрім того часте висівання соняшника на одному місці, погіршує фітосанітарний стан посівів. Це все потребує інтенсифікації технології вирощування, що насамперед передбачає внесення мінеральних добрив, вдосконалення систем обробітку ґрунту, захисту рослин від шкідників, хвороб, захисту полів від ерозійних процесів та ін.

Порушення встановлених норм та технологій вирощування суттєво погіршує екологічний стан агроценозів, що в результаті негативно відзначається на розвитку та продуктивності культури, безпечності та якості отриманої продукції. Саме тому все більш актуальним стає питання вирощування соняшника на засадах екологічності та ресурсозбереження.

Питанню оптимізації та екологізації технології вирощування соняшника приділяється увага з боку наукової спільноти багатьох країн світу, серед вітчизняних вчених це питання підіймалось у працях таких вчених як Є.О. Домарацький, О.Г. Жуйков, В.В. Гамаюнова, О.П. Ткачук, Ю.А. Туровнік, О.І. Цилюрник, С.С. Антонець, А.С. Антонець, П.В. Писаренко, А.В. Кохан.

Мета і завдання дослідження. Мета кваліфікаційної роботи – вивчити особливості росту, розвитку та продуктивності соняшника залежно від еколого-

технологічних чинників вирощування в умовах Великописарівської територіальної громади Сумської області.

Для досягнення мети кваліфікаційної роботи були виконані наступні **завдання:**

- 1) вивчити динаміку висоти стебла, його діаметру, а також надземної фітомаси та площі листової поверхні за основними етапами розвитку рослин соняшника при ущільненні посівів.
- 2) визначити фотосинтетичний потенціал досліджуваних посівів
- 3) проаналізувати структуру та урожайність соняшника залежно від умов вирощування
- 4) запропонувати оптимальний діапазон густоти посіву для агроценозів соняшника

Об'єктом дослідження є аспекти екологізації агросфери та соняшник як сільськогосподарська культура.

Предмет дослідження: особливості формування кількісних та якісних ознак посівів соняшника залежно від еколого-агротехнологічних чинників вирощування.

Методи дослідження : польовий – встановлення біометричних, фенологічних та урожайних ознак рослин, статистичний – дисперсійний, кореляційний, регресійний та факторний аналізи, точкове оцінювання, порівняльно-розрахунковий – порівняльна характеристика технологій вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше було досліджено особливості формування морфологічних параметрів, фотосинтетичного потенціалу та урожайності соняшника залежно від екологічних та технологічних чинників вирощування в умовах південно-східної частини Сумської області.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо екологізації технології вирощування соняшника в межах Великописарівської об'єднаної територіальної громади.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем здійснено аналіз літературних джерел, проведено польові дослідження та статистичну обробку отриманих даних, сформульовано висновки та пропозиції.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження пройшли апробацію в рамках Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (13–17 листопада 2023 року), також були представлені на засіданні студентського науково-дослідного гуртка “Біосфера” 15 листопада 2023 року

Публікації. За результатами дослідження були опубліковані тези. Копії публікацій наведені у Додатку А.

1. Бердін І.В. Актуальні питання екологізації вирощування соняшника. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (13–17 листопада 2023 року). Суми, 2023. с. 553.
2. Бердін І.В. Оптимізація густоти посіву як спосіб регулювання продуктивності агропопуляцій *Helianthus annuus*. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14–16 травня 2024 року). Суми, 2024. с. 33.
3. Бердін І.В., Скляр В.Г. Екологічні проблеми вирощування соняшника у Великописарівській ОТГ. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14–16 травня 2024 року). Суми, 2024. С. 34.
4. Бердін І.В. Системний підхід до вивчення еколого-агротехнічних основ розвитку та продуктивності соняшника. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14–16 травня 2024 року). Суми, 2024. С. 36.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 86 сторінках комп'ютерного тексту, з яких 57 – основна частина. Вона складається з вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку літератури, що включає 80 найменувань, з яких 20 – латиницею, включає в себе 13 таблиць, 16 ілюстрацій, 5 додатків.

РОЗДІЛ 1

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

(Огляд літератури)

1.1. Агроекологічні аспекти вирощування соняшника

Виникнення тренду на екологічне та біологічне землеробство було обумовлене зростаючою потребою людства в екологічно безпечних продуктах харчування та продовольчій сировині.

За визначеннями, наведеними в різних джерелах, біологізація вирощування – відповідність агротехніки всім біологічним потребам культури, органічне землеробство – вирощування культури без використання синтетичних ЗЗР та мінеральних добрив [52 с.273].

У своїх працях основоположник українського органічного (екологічного) землеробства С.С. Антоненко та співавтори [1 с.20] розрізняють ці поняття наступним чином : в основі органічної системи лежить відновлення природних властивостей екосистем, що має спільні риси з біологічною системою. Натомість в екологічній системі допустимим може бути обмежене використання ЗЗР та мінеральних добрив.

Достатньо чіткого визначення всіх властивостей екологічної системи землеробства немає. Екологізацію вирощування с.-г. культур, загалом можна розуміти як отримання високих та сталих врожаїв вирощуваних культур, не завдаючи шкоди довкіллю. В будь-якому випадку, вирішення проблеми негативного впливу на довкілля та підтримання належного стану агроекосистем здебільшого зосереджено на вдосконаленні технології вирощування [51].

Одним з перших проблем вирощування соняшника був пестицидний пресинг та загальна перехімізація виробництва. Багато науковців сходиться на думці щодо необхідності впровадження органічних добрив та засобів біологічного захисту в технологію вирощування соняшника для вирішення цієї проблеми.

Толерантність до фітопатогенів та стресових чинників залежить від біологічних властивостей рослини, проте походження та властивості засобу захисту відіграють важливу роль у формуванні фітосанітарного стану [80].

За дослідженнями вчених з Інституту агроекології та природокористування НААН [5] встановлено що препарати на основі мікроелементів, бактерій та грибів є не менш ефективним за хімічні ЗЗР. Але, незважаючи на зниження загального рівня ураженості соняшника фітопатогенними організмами, за органічної технології ураженість плодової оболонки насіння мікроміцентами менша за традиційну, натомість вищий ступінь ураження ядра насінини [55].

В своїх працях Ю.А. Туровнік та інші [54] звертають увагу на необхідність подальшого вивчення взаємодії гібридів соняшника різної селекції зі збудниками хвороб при традиційних та альтернативних системах захисту рослин, для встановлення ефективного механізму протидії поширенню хвороб соняшника.

Біодобрива на основі корисної мікробіоти, сприяють виробленню рослиною фітогормонів та зокрема РРР, які полегшують негативну дію посухи та сольового стресу стимулюючи ріст та розвиток кореневої системи як і організму рослини в цілому [3,32,68]. Симбіоз мікоризоутворюючих грибів та азотфіксуючих бактерій з кореневою системою соняшника не лише сприяє росту та розвитку соняшника, а й поліпшує вологозабезпечення ґрунту та його агрегатний стан [13].

На думку О.Г. Жуйкова та співавторів [19] попри всю актуальність питання екологізації вирощування соняшника, комплексна оцінка та порівняльна характеристика традиційних та екологічних (альтернативних) технологій залишається практично без належної уваги з боку науковців. За висновками науковців, органічна технологія вирощування є не менш прибутковою за традиційну, що підтверджено порівнянням характеристик отриманого врожаю та затрат енергії [19,24 с.372].

Якщо альтернативам хімічним фунгіцидам, інсектицидам, протруйникам тощо, при вирощуванні соняшника приділено досить багато уваги, то практично поза увагою залишається гербіцидний контроль в екологічних технологіях. Гербіцидний контроль без ХЗЗР наразі є однією з цілей Європейської Зеленої угоди, за якою планується до 2030 року зменшити на 50% використання агрохімікатів [78].

Контроль бур'янів в органічних (екологічних) технологіях вирощування соняшника наразі здійснюється лише механічними знаряддями (мотиками та

боронами). За даними О.Г.Жуйкова та співавторів [22] у перші фази розвитку цей метод практично не поступається гербіцидній обробці, а починаючи з фази "утворення кошика" значно ефективніший за варіанти з повним пестицидним захистом.

Більш вивченим питанням є сівозмінний фактор у вирощуванні соняшника. Надмірне розширення посівних площ соняшника є чинником, який зробив актуальним наукове та методологічне обґрунтування вдосконалення існуючих моделей ведення сільського господарства [25].

За загальноприйнятими нормами [43] соняшник має вирощуватись на одному місці не частіше ніж через 7-8 років. Але сучасна ситуація вказує на відсутність ефективного механізму регулювання масштабів вирощування соняшника в нашій країні [29].

Соняшник часто вирощують в короткоротаційних сівозмінах з перенасиченням посівних площ, що стає передумовою поширення бур'янів та хвороб. Серед найнебезпечніших бур'янів для соняшника є кореневий паразит вовчок соняшниковий (*Orobanche cumana Wallr.*), який зберігає свою життєздатність в ґрунті протягом 6 років, паразитує на деяких видах бур'янів та завдяки кореневим відділенням кукурудзи, яку нерідко вирощують після соняшника [11 с.123].

Нехтування цими вимогами веде до втрат врожаю соняшника. Так за оцінкою Ю. Гаврилюка та Н. Мацай [6], наявність вовчка в кількості 10 екз./м² знижує врожай на 0,38 т/га. В свою чергу кожен відсоток ураженості альтернаріозом знижує врожайність соняшника на 0,5-0,7 ц/га в залежності від погодних умов та строків сівби [63].

В вітчизняному та світовому досвіді екологізації вирощування соняшника пріоритетним напрямком є відновлення екосистемних послуг. В умовах півдня Франції, задля біологічного контролю хвороб соняшника в коротких сівозмінах в період чорного пару, пропонується вирощувати покривні культури з родин Хрестоцвітні та Бобові, які також слугуватимуть "зеленим" добривом [61].

В умовах заснованого С.С. Антонцем ПП «Агроєкологія» Миргородського району Полтавської області, технологія вирощування соняшника відрізняється від

загальноприйнятих рекомендацій, значно більшим строком повернення на попереднє місце (15-18 років), окрім цього врожайність соняшника збільшується за рахунок запилення бджолами, що вже виключає будь-яку наявність неприродних ЗЗР [45 с.67–69].

Окрім експортоорієнтованості та рентабельності вирощування соняшника, його агроекологічні особливості як сільськогосподарської культури, є чи не найголовнішим чинником його поширеності, особливо на фоні потепління клімату [64,73]. Ріст, розвиток та продуктивність соняшника досить тісно пов'язані зі змінами клімату, саме тому при вивченні агроекологічних аспектів його вирощування варто звертати увагу на прогнозування стану агровиробництва в майбутньому [73,77]. Внаслідок цього, виникає необхідність проведення довготривалих досліджень механізмів адаптації генотипів до умов вирощування [31].

Динаміка посівних площ та урожайності соняшника в Україні за останні 33 роки дає підстави робити припущення, що вдосконалення технології вирощування зумовило значне зростання цих показників у період з 2010 по 2022 рр. (Рис. 1.1).

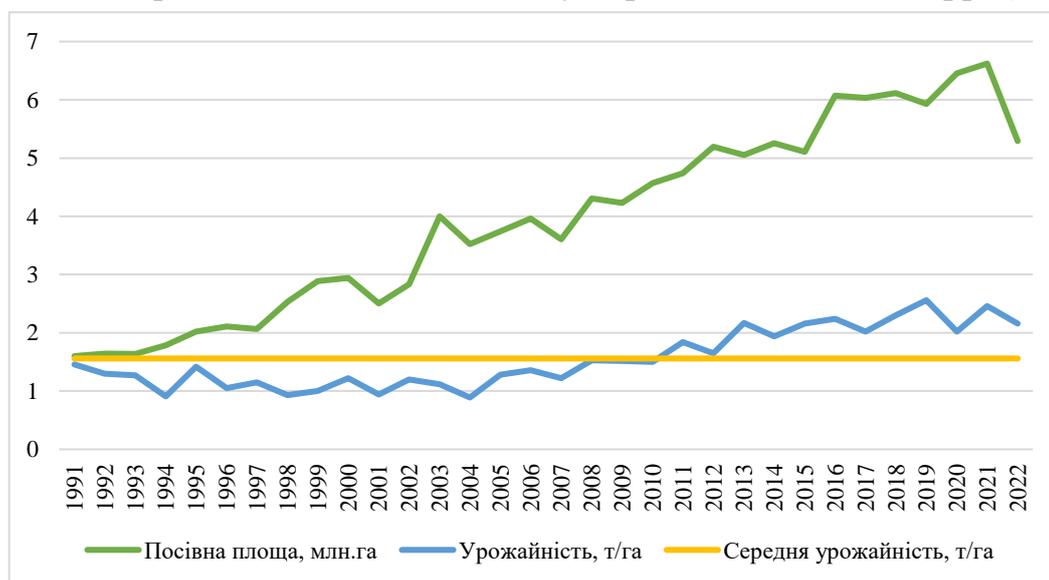


Рис. 1.1. Динаміка посівних площ соняшника (млн.га) та його урожайність (т/га) за даними Держстату України [12]

Але зі збільшенням масштабу вирощування соняшника зросли й обсяги внесення під цю культуру мінеральних добрив та площі оброблені пестицидами [25]. Все це створює загрозу забруднення ґрунтів важкими металами та залишками пестицидів [34].

Згідно з методичними рекомендаціями Інституту рослинництва НААН ім. В.Я. Юр'єва та Інституту олійних культур НААН, напрямками вітчизняної селекції гібридів та сортів соняшника в останні роки стали : висока продуктивність, скорочення вегетаційного періоду, екологічна пластичність, стійкість до фітопатогенів [42 с.10–11].

Агрокліматичний потенціал України дозволив зайняти лідируючу позицію в світі по виробництву соняшника, однак щоб й надалі зберегти лідерство, необхідно покращувати цінні властивості генотипів соняшника у відповідності до умов вирощування, серед яких особливо виділяють посухостійкість [79].

Проаналізувавши загальні підходи до екологізації рослинництва, можна дійти висновку що екологізація технології вирощування, та її окремих елементів, є одним з чинників який обґрунтовує динаміку кількісно-якісних характеристик рослини.

1.2. Формування біометричних параметрів рослини

Визначення морфологічних ознак є частиною вивчення впливу технологій вирощування на розвиток та продуктивність вирощуваної культури. В рамках екологізації та біологізації вирощування їх варто розглядати в якості своєрідного показника екологічності впровадженої технології та умов вегетації загалом.

У контексті попередження хімічного забруднення агроecosystem та відновлення ґрунтової родючості, актуальним є вивчення впливу ЗЗР та добрив різної природи на ростові процеси та розвиток рослини.

С.О. Мазур та Г.Д. Матусевич [35] встановили що дія ґрунтових гербіцидів сприяє конкурентоспроможності рослин у посіві соняшника, на що вказує збільшення висоти рослин, площі активних коренів та їх довжини, проте ключовим аспектом гербіцидного захисту є властивості діючих речовин. Препарати на основі прометрину виявились більш дієвим, завдяки своїй невисокій фітотоксичності, в той час як препарати на основі хлораценілідів зменшили вміст насичених жирних кислот в соняшниковій олії.

Біопрепарати збільшують тривалість міжфазових періодів розвитку соняшника, впливаючи на біометричні показники: збільшують висоту рослини та площу листової поверхні, тим самим збільшуючи урожайність даної культури [7]. Тривалість міжфазових періодів в останні етапи розвитку соняшнику за органічної технології довша порівняно з традиційною, однак динаміка висоти рослин та ураженість хворобами вказує на перевагу традиційної технології, але незважаючи на це, відсутність пестицидного навантаження в цілому добре позначилось на рості та розвитку рослин [20].

Є.О. Домарацький, А.В. Добровольський, В.В. Базалій, В.І. Пічура, О.О. Домарацький вивчали вплив багатофункціональних біопрепаратів на розвиток і продуктивність соняшника [14]. За результатами їх дослідження, встановлено що під дією біопротруйників скорочується досходовий період розвитку насіння та підвищується їх польова схожість. Відзначаються стимулюючий ефект на формування густоти стояння рослин та листової поверхні, сповільнення висихання листя, що дозволило збільшити врожай надземної біомаси.

Біофунгіциди у поєднанні зі стимуляторами сприяють подовженню стебел соняшника порівняно з необробленими посівами, збільшуючи густоту стояння. У такому випадку слід звернути увагу на відмінності розподілу листової поверхні. За дії препаратів кількість листків верхнього ярусу зростає, натомість в нижньому ярусі вона зменшилась, що дозволило покращити контакт листя з сонячними променями [15 с.106-109].

Звертаючись до світового досвіду екологізації системи удобрення соняшника, варто відзначити що вплив біо- та мікродобрив має вивчатися на різних рівнях організації живої матерії. В сучасних технологіях вирощування соняшника, окрім біопрепаратів, як дієвий засіб поліпшення розвитку організму рослини розглядаються нано-технології.

Як відзначають словацькі вчені [69], серед вчених наразі немає однозначної думки щодо ефективності нанодобрив, проте ними встановлено позитивний вплив наночасток оксидів цинку і титану на ростові процеси та розвиток соняшника на

ранніх етапах онтогенезу, поліпшення якості насіння та полегшення дії кадмієвого стресу.

Вчені А.А. Alamery та N.A. Ahmed [62] дійшли висновку, що біодобрива на основі азотфіксуючих бактерій з розпилюванням наночасток цинку в концентрації 50 мг/л позитивно впливає на формування листкової поверхні, діаметру суцвіття, кількості насінин у суцвітті, маси 1000 насінин, олійності та врожайності соняшника.

Вчені зійшлись на думці що ефективність того чи іншого методу вирощування соняшника в залежності від умов року, фону живлення та строків проведення технологічних операцій неоднакова, що позначається на динаміці морфопараметрів рослини.

Одним з ключових пріоритетів рослинницької галузі загалом та соняшникарства зокрема, завжди є адаптованість культури до широкого діапазону умов вирощування. Заради уникнення температурного стресу в адаптивних технологіях вирощування соняшника пропонується проводити сівбу в ранні строки, проте це не гарантує захисту від інших чинників до появи сходів [64].

За даними В.Д. Паламарчука та В.Ф. Підлубного [44], при сівбі в добре прогрітий ґрунт (+10-12°C) збільшується діаметр суцвіття соняшника, однак маса 1000 насінин та маса насіння у кошику збільшується за сівби в ґрунт, прогрітий до +6-8°C на глибині загортання насіння.

Виходячи з цього, пізні строки сівби знижують інтенсивність росту соняшника та його врожайність. Строк сівби як елемент технології вирощування впливає на структуру та величину врожаю неоднаково в залежності від погодно-кліматичних умов у весняні місяці.

При вивченні процесу фотосинтетичної активності соняшника була виявлена наступна закономірність : на фоні високих норм мінеральних добрив, застосування РРР та інших біостимуляторів підвищує фотосинтетичний потенціал посіву, але зменшує чисту продуктивність фотосинтезу [14,15].

Досить часто увагу науковців привертало питання оптимальної густоти посіву соняшника. Це питання є доволі складним, оскільки воно вимагає врахування

особливостей зони вирощування, таких як зволоженість ґрунту, фон удобрення, погодні умови та ін.

Залежність морфопараметрів соняшника від густоти посіву здебільшого вивчається як передумова формування його врожайності. В екологічному аспекті, густина посіву, впливаючи на площу асиміляційного апарату рослини, виступає чинником від якого залежить інтенсивність фотосинтетичної діяльності і формування фітомаси [56 с.30].

В сучасних технологіях вирощування соняшника найпоширенішим способом сівби є пунктирний, з шириною міжряддя 70 см та рівномірним розміщенням насіння в ґрунті, що дозволяє більш точно сформувати бажану густоту посіву та створити оптимальний простір для догляду за бур'янами [53 с.96-97]. А на фоні ефективної систем захисту та удобрення зростає польова схожість, і, відповідно створюється більша густина стояння рослин.

Біометричні параметри рослини формуються в умовах конкуренції рослин в агроценозі за площу живлення, ґрунтову вологу та доступ до сонячного світла. Низка досліджень, проведених в різних умовах вирощування, доводять негативний вплив високого загушення посівів соняшника.

Багато авторів у своїх дослідженнях описують збільшення висоти стебла соняшника та зменшення діаметру стебла і кошика, маси 1000 насінин по мірі загушення посіву.

В умовах ДПДГ ім. Декабристів Миргородського району Полтавської області встановлено що у посівах соняшника з густиною 45-50 тис.шт./га тривалість вегетаційного періоду збільшується, разом з висотою рослини, діаметром кошика та масою 1000 насінин [2].

В умовах південного Степу України, рівень виживання рослин соняшника падає зі збільшення норми висіву, також значно збільшується висота рослин а кількість листків та маса рослин стають меншими. Не зважаючи на умови протягом періоду вегетації, норма висіву впливає на рівень врожайності, збільшуючи її лише в межах рекомендованих норм висіву для певного біотипу у конкретній агрокліматичній зоні [26].

За дослідженням С.М. Каленської та співавторів [70], в умовах Лівобережного Лісостепу України потенціал продуктивності гібридів соняшника більш повно реалізується за густоти посіву до 60 тис.шт./га. Однак загушення посіву від 55 тис.шт./га створює тенденцію до зменшення величини основних морфобіологічних параметрів, окрім висоти рослин, яка зростає при подальшому загущенні.

Густота посіву впливає не тільки на розмірні ознаки вегетативних органів соняшника а й на кінцеву якість насіння. При високій щільності посіву зменшується виповненість насінин у суцвітті та знижується біологічна врожайність загалом [75].

Зважаючи на все вищезазначене, необхідно відзначити що немає чітко встановленої оптимальної густоти стояння рослин, вона коливатиметься в певному інтервалі для різних сільськогосподарських зон, гібридів та сортів соняшника. Але однозначно можна стверджувати що перевищення цих меж не сприятиме належному розвитку культури. Проте, слід звернути увагу й на деякі позитивні аспекти ущільненості посівів соняшника.

Як відзначили вчені з Інституту польовництва та овічництва (м. Нові Сад, Сербія) [74], зменшення діаметру кошика та подовження стебла соняшника є реакцією на збільшення густоти посіву, відповідно цей елемент агротехніки дає змогу контролювати морфобіологічні ознаки рослин, що особливо важливо при вирощуванні декоративних генотипів соняшника.

На думку китайських вчених взаємодія густоти посіву з ключовими ознаками соняшника та порушенням фізико-хімічних властивостей ґрунтів не є достатньо вивченим питанням. S. Dong, G. Wang, X. Li та Y. A Kang [65] зауважили, що при загущенні посіву може змінюватись показник кислотності ґрунту. Динаміка основних біометричних параметрів у менш густих посівах має тенденцію до збільшення.

Стосовно послаблення сольового стресу рослин соняшника, ущільнення посіву не є найдієвішим заходом регулювання засолення ґрунтів, однак в умовах зрошення це дозволило дещо зменшити ступінь засоленості ґрунту [72].

Спираючись на дані з літературних джерел, в яких описано вплив агротехнологічних аспектів вирощування на формування морфопараметрів

соняшника, можна сформулювати тезу що біометричні параметри – індикатор екологізації технології вирощування.

1.3. Продуктивність соняшника залежно від рівня екологізації технології вирощування

Головною метою вирощування соняшника, як і будь-якої культури є отримання кінцевої продукції та її максималізація. Зважаючи на це, врожайність це визначальна ознака ефективності різних способів вирощування.

Чимало досліджень вказують не те, що в плані отримання врожаю та рентабельності, екологізація технології вирощування не має розглядатися як крок назад. Проте деякі аспекти цього процесу потребують більш детального вивчення.

Зокрема мова йде про наукове обґрунтування оптимального співвідношення культур і концентрація соняшника в сівозміні. Враховуючи сучасну динаміку посівних площ соняшника в Україні, це питання стає доволі актуальним.

За висновками фахівців з Інституту сільського господарства степової зони НААН [41], розростання посівних площ соняшника, з порушенням сівозміни знижує врожайність культури на 30–40%. Розподілити екологічне навантаження можливо включенням в сівозміну чорних парів, при насиченні її соняшником до 10–12%.

За дослідженням П.І. Бойка та ін. [4], в умовах Лівобережного Лісостепу найвища врожайність соняшника в короткоротаційних сівозмінах може бути отримана при їх насиченні зерновими культурами до 80%.

Продуктивність сівозміни залежить не лише від попередника та умов агрокліматичної зони, а також від запровадженої системи удобрення, внаслідок чого оптимальна частка соняшника, яка забезпечить найвищу врожайність може відрізнитись.

Вчені Інституту землеробства НААН [59] встановили що за умов нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу, найвища продуктивність соняшника досягається за органо-мінеральної системи удобрення в 7-ми пільній сівозміні після пшениці озимої, з часткою соняшника 14,3%. Подальше збільшення частки цієї культури знижує врожайність.

Так чи інакше основами продуктивності соняшника є його біологічний потенціал та абіотичні умови під час вегетаційного періоду. М. Nemeid та М. Zeid [67] наголошують : урожайність соняшника та вміст олії в насінні більшою мірою залежить від умов року ніж від строку сівби чи попередника.

Щодо цього варто відзначити що потенціал продуктивності та стресостійкість закладені в рослині на генетичному рівні, а вплив ґрунтово-кліматичних умов є суттєвим і незалежним від людини, проте міра реалізації генетичного потенціалу залежить від агротехнологічних чинників. В цьому аспекті, впливовим фактором технології вирощування соняшника є система удобрення.

За даними І.О. Колосок [27], вищі дози мінеральних добрив сприяють зменшенню реакції гібридів соняшника на зміни умов вирощування. Низькопластичні гібриди, мають відносно стабільну врожайність. Високопластичні гібриди, за більшістю ознак, мають менш ефективний механізм формування врожайності за несприятливих умов.

Екологічно безпечні технології вирощування соняшника засновані на принципах збереження природної родючості ґрунтів та агробіорізноманіття. Рослини отримують поживні речовини з ґрунту завдяки життєдіяльності ґрунтової мікробіоти, яка бере участь в розкладанні органічних решток. Саме тому біологізація системи удобрення соняшника розглядається науковцями як шлях до підвищення врожайності.

А.В. Кохан [30] встановив залежність між урожайністю соняшника та біомасою мікроорганізмів ризосфери, за його оцінкою розвиток мікробіоти, під дією біопрепаратів, на 60% пояснює показники врожайності.

Поєднання мінеральних добрив та позакореневого підживлення біопрепаратами поліпшує поживний режим ґрунтів, завдяки чому врожайність соняшника вища навіть за внесення мінеральних добрив у співвідношенні NPK 32:32:32, проте формування врожаю також значною мірою обумовлене біологічним потенціалом вирощуваних генотипів [9].

Л.М. Kudratovich [71] зазначив що на різному фоні удобрення густина посіву матиме неоднаковий вплив. За високих норм добрив, ущільнення посівів

компенсується надходженням більшої кількості елементів живлення, однак погіршуються цінні ознаки.

За даними Е. Partal [76], по мірі загушення посіву змінюються й біохімічні властивості насіння соняшника. Олійність насіння та вміст протеїну досяг максимального значення за густоти 70 тис.шт./га, в той час як найвищий вміст амінокислот отримано при густоті 50 тис.шт./га.

За основними законами землеробства, ті елементи які знаходяться в ґрунті в найменшій кількості визнається величина майбутнього врожаю. Обробка насіння та посівів мікродобривами позитивно впливає на урожайність насіння та його якісні показники, зокрема на вміст жиру та вихід олії [8].

В умовах Полісся поєднання мікродобрив з рекомендованими нормами мінеральних добрив та гною суттєво не відрізняється від необроблених варіантів за показниками врожайності, вони зросли на фоні внесення соломи та соломи+NPK [48].

Якість та величина врожаю соняшника знижується під дією ерозії ґрунту. Захистом від вітрової ерозії слугують полезахисні смуги дерев вздовж ріллі, відтоді цей елемент агроландшафту має свою частку впливу на врожайність соняшника. Н.В. Зворська та В.П. Шлапак [23] встановили що вологість насіння соняшника зменшується віддаляючись від полезахисної смуги, в той час врожайність поступово збільшується.

О.Г. Жуйков та О.О. Бурдюг [21] зазначають що урожайність соняшника, так як і фітосанітарний стан, змінюється залежно від екологізації окремих елементів технології вирощування так і технології в цілому. Таким чином, заміна хімічних ЗЗР органічними має дещо більший позитивний вплив на показники ураженості деякими грибковими захворюваннями, забур'яненості посіву, порівняно з суто традиційною технологією, але менш ефективна у боротьбі зі шкідниками. Отримана врожайність при відмові від ХЗЗР була вищею за варіанти з традиційною та органічною технологіями.

Так як запорукою ґрунтової родючості є мікробіологічна активність, окрім фону удобрення, умови для підвищення врожайності соняшника створюються шляхом

обробітку ґрунту. В органічному землеробстві надається перевага мінімальному обробітку ґрунту або взагалі нульовий обробіток (no-till).

Серед науковців немає однозначної думки щодо ролі мінімалізації обробітку ґрунту в підвищенні врожайності соняшника. Одні автори відводять позитивну роль безполицевого обробітку у вирощуванні соняшника, однак результати багатьох досліджень доводять зворотнє.

Як встановили С.П. Танчик та А.І. Бабенко [49], з точки зору стабілізації фітосанітарного стану, оранка на глибину 25-27 см зменшила забур'яненість посіву соняшника вдвічі порівняно з безполицевим обробітком, проте запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см суттєво менші а ніж після дискування (6-8 та 12-14 см) та чизелювання (25-27 см). Динаміка врожайності свідчить про ефективність механізованих та комбінованих методів боротьби з бур'янами за всіх систем обробітку ґрунту, проте максимальний приріст врожаю досягнуто при полицевому обробітку.

За технології no-till ґрунт значно ущільнюється, але завдяки накопиченню рослинних решток на поверхні ґрунту вологозабезпечення різних його шарів зберігається в оптимальній кількості, що є актуальним для вирощування культур в посушливих умовах, разом з цим збільшується мікробіологічна активність. Зберігаючи фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту, врожайність соняшника в посушливих умовах підвищується [37].

За О.І. Цилюрником [58], безполицевий обробіток шляхом чизелювання (14-16 см) та дисковими або плоскорізними знаряддями забезпечує найвищу мікробіологічну активність ґрунту незалежно від фону живлення, проте відмінність між полицевим обробітком не суттєва.

За даними С.В. Лябаха [33] найвища врожайність гібридів соняшника на різних фонах живлення в умовах Полісся була отримана за умови зняття плужної підшви глибоким рихленням ґрунту на глибину 40–45 см. Навіть попри те, що дискування на глибину 10–12 см, сприяло накопиченню поживних решток в верхньому шарі ґрунту, цей показник був меншим незалежно від фону живлення.

Мілкий обробіток ґрунту на всіх фонах живлення був менш ефективним за оранку. Урожайність гібридів соняшника та біометричні показники за сидерального удобрення (заорюванні білої гірчиці) були менші ніж у варіанті з внесення мінеральних добрив (N40P60) [40].

За результатами дослідження В. Малярчука [36], у посушливих умовах південного Степу України, найефективнішим способом обробітку ґрунту в технології вирощування соняшника "Clearfield" була оранка на глибину 28–30 см.

Отже, аналіз літературних джерел з проблематики вирощування соняшника дозволив оцінити вивченість тематики екологізації цього процесу. Наразі здебільшого вивчаються лише окремі аспекти екологізації вирощування цієї культури. Існує ряд суперечливих та невивчених в повному обсязі питань, серед яких виділяють : відсутність контролю за дотриманням екологічних норм вирощування соняшника, необхідність наукового обґрунтування методів догляду за бур'янами в екологічній технології вирощування, обґрунтування ролі мінімального обробітку ґрунту в розвитку та продуктивності соняшника. Сучасний стан рослинницької галузі та наявність дискусійних питань створюють перспективи продовження досліджень з даної тематики.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом дослідження є аспекти екологізації агросфери та соняшник як сільськогосподарська культура.

Предмет дослідження: особливості формування кількісних та якісних ознак посівів соняшника залежно від еколого-агротехнологічних чинників вирощування.

Соняшник – теплолюбна та світлолюбна культура, температура проростання якого 3–5° С, починаючи з фази цвітіння оптимальна температура для розвитку знаходиться в межах +22 – 27°С, підвищення температури від +30°С погано впливає на вегетацію рослини та фотосинтетичну активність. Ця культура негативно реагує на тривале затінення, при нестачі сонячного світла спостерігається погіршення динаміки основних морфологічних параметрів та урожайності [24 с.362–363].

Його слід вирощувати на аерованих ґрунтах з показником рН нейтральним або слабколужним, непридатні для вирощування важкі безструктурні ґрунти. На формування 1 т врожаю соняшничого насіння, рослина виносить з ґрунту до 65 кг азоту, 27 кг фосфору та 155 кг калію.

За відношенням до режиму зволоження соняшник відрізняється високою посухостійкістю. Завдяки добре розвинутій кореневій системі, рослина здатна поглинати вологу з глибоких шарів ґрунту, при чому на ранніх етапах розвитку волога поглинається з верхніх шарів ґрунту а під час утворення кошика з глибоких [53 с.21].

Ця перевага соняшника стала також і його суттєвим недоліком. Соняшник сильно висушує ґрунти, за деякими даними від здатний поглинути від 3 до 6 тис.т води з га протягом вегетаційного періоду [24 с.362].

Як посухостійка культура, соняшник традиційно вирощується в умовах степової частини України, але зі стрімким потеплінням клімату та розширенням асортименту сортів та гібридів, його активно вирощують в Лісостепу та навіть на Поліссі.

2.2. Умови проведення дослідження

Дослідження проводилось під час вегетаційного періоду соняшника з травня по вересень 2024 року на території Великописарівської об'єднаної територіальної громади Охтирського району Сумської області в межах Добрянської селищної ради.

Ця територія розташована в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України, відповідно особливості розвитку культур та ефективність агротехнологічних заходів обумовлені ґрунтово-кліматичними умовами цієї зони.

Як і загалом в Сумській області, клімат в цій місцевості помірно-континентальний, мінімальна середньодобова температура повітря -8°C (січень), максимальна $+19,7^{\circ}\text{C}$ (липень). Згідно з агрокліматичним зонуванням території Сумської області, громада знаходиться в зоні достатнього зволоження з ГТК 1,1–1,2 та достатнього теплозабезпечення, де сума активних температур (вище 10°C) від 2600 до 2800.

Протягом багатьох років температура в зимові місяці значно перевищує багаторічні норми, через це часто взимку відсутній сніговий покрив. Весна як правило починається з поступового потепління яке може змінитись похолоданням та навіть випаданням снігу, під впливом циклонів похолодання може тривати досить довго. Влітку часто температура повітря вища за норми, що збільшує частоту виникнення небезпечних метеорологічних явищ. Осінь зазвичай тепла та довга, іноді кінець осені може бути доволі холодним. Середньомісячна температура повітря на Сумщині загалом перевищує багаторічну норму на $1-2,5^{\circ}\text{C}$ [46 с.25-26].

За багаторічними нормами, річна сума опадів на території громади знаходиться в межах від 500 мм до 590 мм. Норма опадів в лютому до 36 мм, проте кількість опадів може змінюватися з 3 до 90 мм. Кількість опадів за останні роки в літні місяці зазвичай нижча за норму, проте в окремі роки вона перевищувала норму на 30-60%.

Інформацію щодо температури повітря та суми опадів під час проведення дослідження було отримано з доступних джерел, в яких розміщено дані з найближчих до території громади метеостанцій. За вегетаційний період соняшника сума активних температур (вище 10°C) становила -2989°C , за літні місяці -2130°C , що перевищує багаторічну норму для Лісостепової агрокліматичної зони, тоді як сума опадів

становить 57% від норми, що вказує на слабке зволоження даної території. Загалом протягом всього періоду вегетації відхилення показників середньої температури та сумарної кількості опадів від багаторічних норм спостерігалось переважно в літній період (Таб. 2.1).

Таблиця 2.1

Температура атмосферного повітря та кількість опадів, за даними
Укргідрометцентру, 2024 р. [<https://www.meteo.gov.ua>]

Місяць	Температура, °С	Багаторічна норма, °С	Опади, мм	Кліматична норма, мм	ГТК
Квітень ¹	13,9	11,2	42,7	27	1,78
Травень	15,0	15,6	23,0	54	0,54
Червень	21,6	18,8	70,2	67	1,10
Липень	25,3	20,0	10,3	76	0,13
Серпень	22,6	19,6	24,4	57	0,35
Вересень ²	21,4	16,0	2,3	25	0,11
За весь період	21,0	16,4	174	306	0,58

Примітки : 1 – друга та третя декади;
2 – перша декада

На початку квітня 2024 року спостерігались рекордні значення середньодобової температури повітря, які перевищили норму на 5-6 °, досягаючи подекуди +25–27 °С. Загалом погода протягом квітня була досить теплою та посушливою – в середньому температура повітря досягала близько 13,3°С що вище норми на 4,6°С, випадання атмосферних опадів зафіксовано в середині другої та початку третьої декад, сумарна кількість опадів становила 46,5 мм, що дещо перевищило багаторічний показник. Загалом гідротермічні умови протягом квітня вказують на достатній ступінь зволоження.

Впродовж першої декади травня відбулося значне зниження середньодобової температури повітря, а в ніч на 10 травня температура опустилась нижче 0°С. Середньодобова температура – 12,5°С, сума опадів – 9,6 мм. Сильні заморозки в цей період завдали шкоди посівам багатьох культур. Загалом підсумком першої декади є

прохолодна суха погода – ГТК 0,7, не характерна для початку травня. Середньодобова температура в другій декаді коливалась від 7° до 17°C, кількість опадів – 5,5 мм. В третій декаді середньодобова температура досягла значення 20,4°C, сума опадів – 7,9 мм. Загалом середньомісячна температура протягом травня була практично на рівні багаторічної норми, натомість сума опадів становила лише 42,6% від норми.

На початку червня спостералась доволі тепла та суха погода, на що вказує гідротермічний коефіцієнт (0,46). Найбільша кількість опадів зафіксовано протягом другої декади – 45,5 мм. Середньодобова температура протягом другої та третьої декади знизилась на 1,2 та 2,3°C відповідно. Загалом погодні умови червня були досить наближеними до кліматичної норми для умов Сумщини, за винятком середньої температури, яка на 2,8°C вище норми (18,8°C), в той час як сума опадів на 3,2 мм перевищила норму (67 мм). Загалом умови зволоження можна охарактеризувати як достатньо волого.

За літні місяці середньодобова температура досягла максимального значення в липні. Температура атмосферного повітря в окремі дні досягала позначки +35–39°C. Разом з цим погода була теплою та сухою, опадів протягом першої декади випало всього 6,6 мм. Середньодекадна температура у період з 10 по 20 серпня досягла найвищого значення – 27,2 °C, опадів не зафіксовано. Лише з початку третьої декади спостерігається тенденція до зниження середньодобової температури, однак кількість опадів була незначною – 3,7 мм. Загалом спостерігалась тепла суха погода, показник зволоження – 0,13 (дуже сухо). Середня температура вище норми на 5,3°C, сума опадів становить лише 13,5% від кліматичної норми.

Погодні умови першої декади серпня достатньо близькими до багаторічних значень. Температура повітря в середньому – 20,8°C, сума опадів – 22,9 мм, гідротермічні умови можна загалом охарактеризувати як достатнє зволоження (ГТК 1,1) в цей час декадна сума опадів досягла максимального значення. Протягом другої та третьої декади сумарна кількість опадів була лише 0,3–1,2 мм відповідно. Температура повітря впродовж другої та третьої декад серпня зросла до 21,3–25,5 °C відповідно. Загалом у серпні була тепла та посушлива погода – ГТК 0,35,

середньомісячна температура перевищила багаторічну норму на 3°C, сума опадів становить 42,8% від норми.

Наприкінці вегетаційного періоду соняшника погодні умови стали доволі наближеними до умов другої декади серпня. Так під час першої декади вересня в середньому температура повітря була 21,4°C, що перевищило минулорічний показник за аналогічний період та багаторічне значення загалом на 5,4 °C, при чому мінімальна середньодобова температура була 20,1°C, максимальна – 25,4°C. Кількість опадів досягла тільки 9% від багаторічного показника для першої декади вересня. Початок вересня характеризується теплою та доволі сухою погодою, гідротермічний коефіцієнт в цей період – 0,11 (дуже посушливо).

Основним типом ґрунту на території громади є чорнозем типовий. Знаходячись в східній підпровінції лівобережної високої провінції (ЛС4₂) різноманітність ґрунтів представлена двома видами : у південній частині громади чорноземи глибокі середньогумусні на лесових породах, лише на півночі переважають чорноземи глибокі малогумусні вилуговані. Ці ґрунти відрізняються високою потужністю гумусового шару та вмістом гумусу від 4,0 до 6,0% що обумовлює їх високу родючість.

Стан ґрунтів Сумщини в розрізі адміністративних районів описали І.П. Яцук, А.М. Ліщук, Г.Д. Матусевич та М.В. Драга [60]. За результатами ІХ туру агрохімічного обстеження ґрунтів (2006–2010), ґрунтові умови Великописарівщини на площі майже 40 тис.га сприятливі для вирощування багатьох сільськогосподарських культур та зокрема соняшника (Табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Агрохімічна характеристика ґрунтів Великописарівської ОТГ [60 с. 241]

Показник	Значення
Вміст гумусу, %	4,28
Кислотність, рН (сол.)	5,7
Вміст P ₂ O ₅ (За Чиріковим), мг/кг	99
Вміст K ₂ O (За Чиріковим), мг/кг	83

Вміст легкогідролізованого N (За Тюріним-Коновою), мг/кг	96,7
--	------

Згідно з чинним стандартом якості ґрунту ДСТУ 4362:2004 [16], вміст гумусу оцінюється як високий (4,1–5,0%), легкогідролізованого азоту (За Тюріним-Коновою) – високий (71-100 мг/кг), рухомих форм фосфору (За Чиріковим) – середній (51-100 мг/кг) та калію (За Чиріковим) – підвищений (81-120 мг/кг). Кислотність сольової витяжки (рН сол.) відповідає значенню – близький до нейтрального.

Динаміку гумусу в ґрунтах Сумської області вивчали В.М. Мартиненко, В.П. Сахно, М.М. Сіряк, С.Г. Міцай та О.О. Пономаренко [38]. За вмістом гумусу ґрунти громади є одними з найродючіших в області, проте як і загалом в регіоні, в динаміці вмісту гумусу відзначається швидкий темп дегуміфікації (Рис. 2.1).

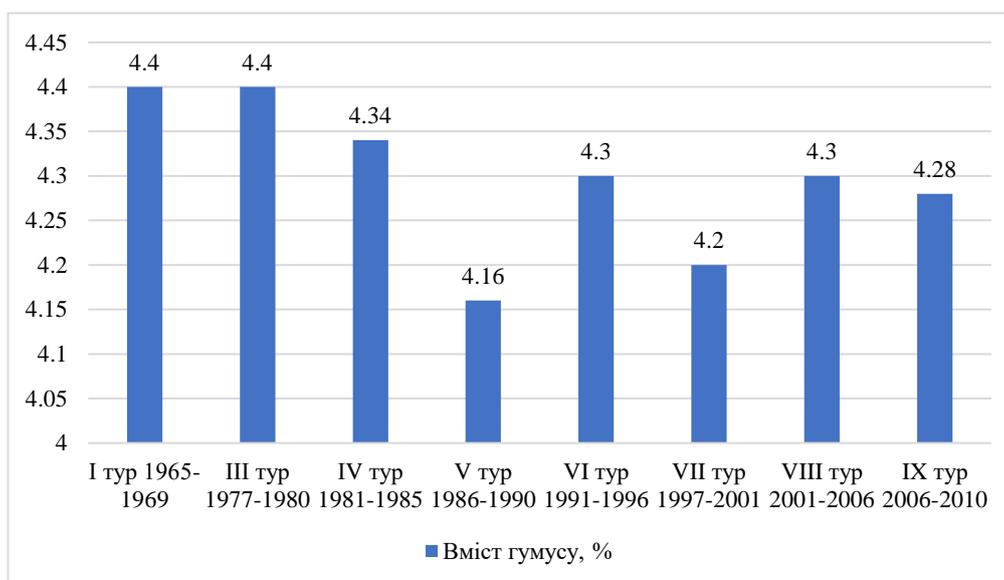


Рис. 2.1. Вміст гумусу в ґрунтах колишнього Великописарівського району за результатами I–IX турів агрохімічного обстеження [38]

Більшість агрохімічних показників є сприятливими для вирощування соняшника та інших культур, зокрема завдяки оптимальному рН, вмісту гумусу та азоту. Але вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію менше за необхідний вміст цих елементів при вирощуванні кукурудзи на зерно, соняшника та озимої пшениці в Лісостепу.

Рівень біологізації агровиробництва на території сучасної громади незначний, обсяги застосування ХЗР та мінеральних добрив значно перевищують застосування

органічних добрив та інших елементів біологізації. Разом з внесенням мінеральних добрив, в ґрунт надходять й важкі метали та навіть радіоактивні речовини (Таб. 2.3).

Таблиця 2.3

Забруднення ґрунтів у сільгоспугіддях Великописарівської ОТГ

Полютанти	Речовини	
	Важкі метали, мг/кг	Cd
0,13-0,52		2,8-9,6
Радіонукліди, ¹ Кі/км ²	Sr	Cs
	0,012	0,15

Примітка: 1 – контрольна ділянка в с. Рябина (нині Кириківська ТГ)

Надходження в ґрунти радіонуклідів та важких металів не суттєво позначилось на безпеці рослинницької продукції. Вміст кадмію (Cd) та свинцю (Pb) в ґрунті знаходиться в межах ГДК. Стосовно вмісту радіонуклідів, Стронцій (Sr) та Цезій (Cs) знаходяться в концентрації яка не перевищує гранично допустиму. В відібраних зразках соняшника активність Цезію 137 становила 2,0–2,2 Бк/кг, Стронцію 90 – 2,3–2,4 Бк/кг, що не перевищує гранично допустимих рівнів активності встановлених для продукції соняшника.

Наразі важко оцінити реальний рівень забруднення ґрунтів важкими металами, оскільки внаслідок бойових дій під час вторгнення рф в Україну 24 лютого 2022 року в навколишнє середовище надійшло багато забруднюючих речовин. Як і все прикордоння Сумщини, східна частина Великописарівської ОТГ часто знаходиться під обстрілами з боку рф.

Підвищення врожаю соняшника можливе при достатньому вологозабезпеченні кореневмісного шару ґрунту на глибині 1–2 м, особливо в осінньо-зимовий період. За даними Всесвітньої метеорологічної організації, вміст вологи в метровому шарі ґрунту в Сумській області наприкінці 2023 та на початку 2024 років в межах 55–155 мм (Рис. 2.2).

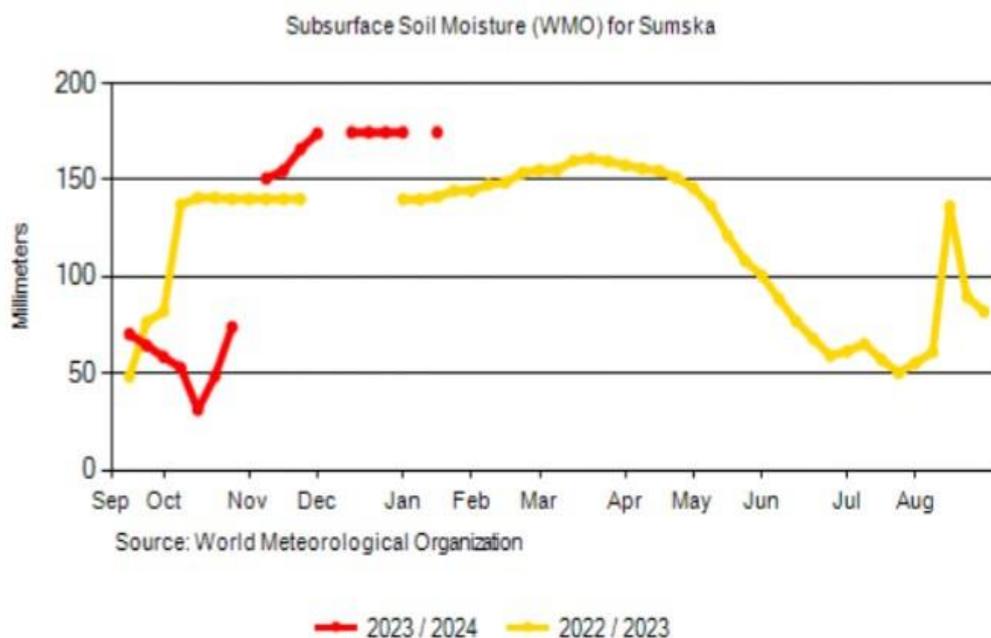


Рис. 2.2. Запаси вологи метрового шару ґрунту в Сумській області, мм [66]

Вологозабезпеченість кореневмісного шару у вересні та жовтні 2023 року гірша ніж в аналогічний період 2022 року. Починаючи з середини жовтня запаси вологи значно зросли, ймовірно внаслідок збільшення кількості опадів. До початку календарної зими цей показник досяг 150 мм, що перевищило минулорічний рівень вологи, зафіксований з середини жовтня та на початку грудня.

Починаючи з грудня 2023 року до середини січня 2024 року, запаси вологи знаходяться на рівні 155-156 мм, що за шкалою оцінки продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см [16] оцінюються як добрі (130–160 мм).

Оцінити стан об'єкту дослідження можливо проаналізувавши масштаб вирощування та рівень врожайності. За останніми даними Головного управління статистики в Сумській області [10], станом на 31 грудня 2021 року в межах сучасного Охтирського району площа, засіяна соняшником становила 31 620 га, або близько 12,3% від посівних площ Сумської області. Так як Великописарівська ОТГ була заснована в липні 2020 року, часова динаміка посівних площ та врожайності соняшника розглядається з урахуванням статистичних даних по ліквідованому Великописарівському району.

За останні 7 років посівні площі соняшника на цій території займали від 31,6 (2020) до 36,8% (2019) від загальної площі по Охтирському району в його сучасних

межах. Впродовж 2017-2018 років посіви соняшника збільшилися в 1,5 рази, з 6,9 тис.га у 2017 році до 10,2 тис.га у 2018 році. Збільшення посівних площ ніяк не позначилось на рівні врожайності, який був одним з найнижчих по Сумській області на той час [28]. Лише у 2019 році урожайність соняшника досягла максимального значення – 35,1 ц/га, що перевищило середній показник по області. Надалі посівні площі збільшилися в 1,2 рази, з 9,9 тис.га (2019) до 12,3 тис.га (2020).

Загалом урожайність цієї культури в межах Охтирського району у 2017–2021 рр. знаходиться на рівні середнього показника по області, за винятком лише 2019 року (Рис. 2.3).



Рис. 2.3. Урожайність соняшника в Охтирському районі та по області, ц/га [10]

Але незважаючи на загальну тенденцію, варто відзначити що тут присутній певний територіальний розподіл урожайності соняшника. Середня врожайність культури в північній та західній частині району вища ніж на сході.

Отже, місцевість в якій знаходиться Великописарівська громада має цілком сприятливі агрокліматичні умови для отримання високої продуктивності сільськогосподарських культур. Екологічний стан довкілля в цілому не викликає занепокоєння, але наявні проблеми ускладнюються зброєю агресією рф проти України. Врожайність соняшника в громаді не перевищує середнього показника по області, що є результатом дії як агроекологічних так і агроекономічних чинників.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Матеріали та методи дослідження

Програма дослідю передбачала вивчення особливостей розвитку соняшника в умовах впливу екологічних та агротехнічних чинників. Вибір даного напрямку дослідження обґрунтовується необхідністю проведення порівняльної оцінки умов вирощування соняшника та вивчення особливостей формування цінних ознак культури за різних ступенів екологізації процесу вирощування.

Виходячи з тематики дослідження, особливу увагу приділено екологічній характеристиці впроваджених технологій, з урахуванням строкатості умов вирощування на досліджуваних ділянках та еколого-біологічних особливостей вирощуваних генотипів.

Планування спостережень та обліків проводилось за загальноприйнятими методиками проведення досліджень в сільському господарстві та екології [17,18,39,47,50]. Для виконання поставлених завдань було закладено однофакторний дослід за наступною схемою:

Фактор А

Передзбиральна густина посіву

- 1) 55,2 тис. шт./га
- 2) 59,5 тис. шт./га
- 3) 65,7 тис. шт./га

Дослідні ділянки були розміщені в західній частині Великописарівської громади – на сільськогосподарських полях в межах населеного пункту Добрянське : Ділянка № 1– 0,49 га (4 900 м²), Ділянка № 2 – 0,57 га (5700 м²) та Ділянка № 3 – 0,45 га (4500 м²). Загальна площа дослідю 1,51 га (Додаток Б).

Густина стояння рослин як показник екологізації технології вирощування сільськогосподарських культур, привернула нашу увагу зокрема з наступних причини:

По-перше – загальновідомо, що в посівах, де спостерігається високий рівень виживання рослин, формується висока польова схожість і відповідно густина,

виходячи з чого можна певною мірою судити про повноцінність запровадженої технології.

По-друге – густина стояння це головний агротехнічний фактор, який зумовлює внутрішньопопуляційну конкуренцію за доступ до життєво необхідних ресурсів, що позначається на формуванні площі асиміляційного апарату і, відповідно, продуктивності агрофітоценозу.

Матеріалом для дослідження слугував високопродуктивний гібрид соняшника NS 8004.

NS 8004 (Селекція – Інститут рільництва м. Нові Сад, Сербія) – ранньостиглий гібрид соняшника, період вегетації якого від 105 до 107 днів. Рекомендований для вирощування в усіх агрокліматичних зонах України, має дуже високу посухостійкість та холодостійкість, стійкий до більше 7 рас вовчка (*Orobanche cumana Wallr.*) – A–G+, стійкий до фомопсису, вугільної та білої гнилі, перономпорозу – 9, сірої гнилі, іржі, септоріозу, фомозу та альтернаріозу – 8. Потенційна врожайність до 55 ц/га, в умовах Лісостепу до 35,5 ц/га. Рекомендована технологія вирощування – Сумо. Формує міцну розгалужену кореневу систему, міцне стебло та велику площу листової поверхні. Висота рослин – 165 – 175 см, маса 1000 насінин – близько 58 г, олійність насіння – 51–53%. В умовах достатнього зволоження Лісостепової зони рекомендована густина посіву становить 55–60 тис.рослин/га.

На ділянках, де проводилось дослідження, соняшник вирощується за традиційною для лісостепової агрокліматичної зони технологією – з повним пестицидним захистом, внесенням мінеральних добрив (комплексні мінеральні добрива – нітроамофос, діамофос), обробіток ґрунту – оранка на глибину 22–27 см, сівба проводилась з 15 по 18 квітня, коли на глибині загортання насіння температура становила 10–12 °С, здійснювалась пунктирним способом на глибину 4-6 см за допомогою МТЗ-80+СУПН-8, ширина міжряддя – 70 см (0,7 м), попередниками соняшника на всіх ділянках були озимі зернові культури – пшениця озима.

Густина стояння стеблостою визначалась за загальноприйнятою методикою визначення густоти посіву просапних культур двічі за вегетаційний період : після

повної появи сходів та наприкінці вегетації (передзбиральна густина) на одних й тих самих ділянках.

Проводився облік густоти методом, суть якого полягає в підрахунку рослин на відрізках в рядах посіву, довжина яких розрахована за співвідношенням ширини міжряддя до одиниці площі 1 га (10 000 м²) – 1 погонний метр, або 0,001 від кількості погонних метрів в 1 гектарі. Кількість рослин на 1 п.м. помножена на 1000 дорівнюватиме густоті посіву (тис.шт./га).

Фенологічні спостереження проводились шляхом фіксації дат настання та тривалості фаз розвитку соняшника за зовнішніми ознаками рослин, характерними для певного етапу розвитку згідно зі шкалою ВВСН. Відповідно до методики державного сортовипробування, за початок певної фази приймалась наявність характерних ознак у 15% рослин на дослідній ділянці, остаточне настання фази – коли цей показник досягне 75%.

Облік біометричних параметрів проводився в основні фази розвитку соняшника : 3–4 пари справжніх листків, початок формування кошика, цвітіння та фізіологічної стиглості. Повний перелік параметрів досліджуваного об'єкту наведений в таб. 3.1.

Таблиця 3.1

Перелік параметрів досліджуваного об'єкту

Ознака	Умовне позначення	Одиниці виміру
Висота стебла	H	см
Діаметр суцвіття	Df	см
Діаметр стебла (посередині)	d	см
Відношення діаметру стебла до його висоти	d/H	мкм/см
Відношення діаметру стебла до діаметру стебла	d/Df	см/см
Відношення діаметру стебла до висоти стебла	Df/H	см/см
Площа листової поверхні	S	см ² , м ²
Кількість листя на 1 рослині	N _L	шт.

Продовження таблиці 3.1

Площа листя на одиницю фітомаси	LAR	см ² /Г
Маса суцвіття	Wf	Г
Вага надземної частини	W	Г
Вихід насіння	M	г/рослина
Урожайність насіння	Y	ц/га

Висота рослин замірялась за допомогою мірної лінійки та рулетки, динаміка висоти рослин вивчалась в основні етапи періоду вегетації, разом з цим наприкінці вегетації замірявся діаметр стебла. Підраховувалась кількість листків та замірялась довжина та ширина листків на 10 типових рослинах в 4 типових місцях на кожній з дослідних ділянок (Рис. 3.1).



Рис. 3.1. Збір матеріалу на дослідній ділянці у фази розвитку соняшника: **а** – визначення густоти посіву на момент повної появи сходів; **б** – облік біометричних параметрів рослин у фазу 3–4 пар справжніх листків

(Травень–червень 2024 р., Фото І.Бердіна)

Основні елементи структури врожаю були вивчені наприкінці вегетаційного періоду соняшника. Такі параметри як вага надземної частини, діаметр суцвіття та його вага, відношення діаметру кошика до висоти та діаметру стебла, маса насіння визначався у фазу фізіологічної стиглості. Дані отримані під час обліку

морфопараметрів рослин на дослідних ділянках записувались в блокнот та зберігались в електронній базі даних в Excel.

Фотосинтетична активність соняшника на досліджуваних ділянках визначалась та порівнювалась за показниками площі асиміляційного апарату, індексу листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів.

Облік площі листкової поверхні, визначення ІЛП та фотосинтетичного потенціалу проводилось згідно з загальноприйнятими методиками [18,39,47,56]. Проводилось вимірювання площі листка параметричним методом, за яким в 4 типових місцях, відбиралось по 10 рослин в трикратному повторенні. Надалі площа листкової поверхні розраховувалась по формулі:

$$S = 0,74 \times l \times n$$

Де, 0,74 – поправочний коефіцієнт для таких культур як соняшник;

l – довжина листка, см;

n – ширина листка в найширшому місці, см.

Параметричний метод не розглядається як найточніший, однак головною перевагою, яка зумовила вибір цього методу, стала можливість проведення вимірювань не пошкоджуючи рослини в посівах. Загальна площа листкової поверхні в посівах соняшника розрахована за густотою посіву (м²/га).

Визначалось також забезпеченість рослин листковою поверхнею, яке розраховується за формулою:

$$LAR = S/W$$

де, S – загальна площа листя на одній рослині, см²,

W – маса надземної частини рослини, г

Як показник забезпеченості посіву земельною площею слугує відношення площі листя до площі посіву, або індекс листкової поверхні. ІЛП визначався за формулою:

$$ІЛП = Пл/Пд$$

Де, Пл – площа листя, розрахована на загальну густоту стояння, м²;

Пд – площа дослідної ділянки, м².

Репродуктивне зусилля рослин (RE) соняшника визначалось за формулою:

$$RE = (W_{gen}/W) \cdot 100\%$$

Де, W_{gen} – маса насіння з однієї рослини, г

W – маса надземної частини рослини, г

Обов'язковою частиною дослідження була оцінка фотосинтетичного потенціалу посівів, сформованого під дією того чи іншого чинника. Сформована площа листкової поверхні протягом різних етапів вегетації визначає спроможність посівів соняшника ефективно використовувати сонячне випромінювання, що відіграє важливу роль у формуванні рослинного організму. Фотосинтетичний потенціал посівів розраховується за формулою:

$$\text{ФПП} = (\text{П1} + \text{П2}) \times \text{T} / (2 \times 1000)$$

Де, П1, П2 – площа листкової поверхні у певні етапи вегетації, тис.м²×діб/га

T – тривалість міжфазових періодів, діб

Збирання врожаю соняшника зазвичай проводиться протягом I–II декади вересня, в залежності від погодних умов в цей період строки збирання можуть бути відтерміновані. Облік врожаю проводився за методикою обліку врожайності соняшника, описаній В.Ф. Мойсейченком та В.О. Єщенком [39 с.193].

Оскільки площа дослідних ділянок перевищує площу, за якою можливо провести збирання врожаю вручну (100 м²), цей процес відбувався механізованим способом за допомогою зернозбиральних комбайнів. Врожайність соняшника розраховувалась на площу 1 га з урахуванням стандартної вологості насіння на момент збирання (12%).

Визначення структури впливу різних чинників на ознаки досліджуваного об'єкту, взаємозв'язків та закономірностей їх формування, відбувалось шляхом математико-статистичної обробки отриманих даних, у відповідності з загальноприйнятими методиками статистичного аналізу даних в агрономії та екології [17,18,39,56,57].

Було проведено точкове та інтервальне оцінювання, дисперсійний, кореляційний, регресійний та факторний аналізи в середовищі програм MS Excel та Statistica 10.

MS Excel – продукт компанії Microsoft, який використовується для побудови баз даних, проведення різних розрахунків та аналізів, побудови графіків та діаграм різних типів. У ході проведення дослідження, використовувався для побудови таблиць, регресійних моделей та створення графічного матеріалу.

Statistica – програмний пакет від компанії StatSoft, який має великий набір інструментів статистичного аналізу даних та можливості графічної інтерпретації результатів проведеного аналізу. У даному дослідженні, використовувався для оцінки статистичної достовірності зв'язків між ознаками, проведення точкового оцінювання, дисперсійного, кореляційного та факторного аналізів.

Проведений аналіз даних дозволив визначити статистичну достовірність результатів проведеного дослідження та зробити висновки щодо впливу еколого-технологічних чинників вирощування на ключові ознаки досліджуваної культури та сформулювати рекомендації щодо екологізації її вирощування.

РОЗДІЛ 4
ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДИНАМІКИ БІОМЕТРИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ, СТРУКТУРИ ТА ВЕЛИЧИНИ ВРОЖАЮ СОНЯШНИКА
(Результати дослідження)

4.1. Динаміка висоти рослин та діаметру стебла за різної густоти посіву

Висота стебла як реакція рослини на дію еколого-агротехнічних чинників неодноразово розглядалась у працях низки авторів [2,26,70,74,76]. Передусім висота стебла є запорукою конкурентоспроможності рослин в агропопуляції – вищі рослини мають кращий доступ до сонячного випромінювання та виграють конкуренцію як між собою так і з бур'янами за площу живлення та запаси вологи в ґрунті, однак при цьому зростає ризик вилягання стебла та пустозерності.

В контексті встановлення оптимального діапазону густоти посіву, як способу екологічного регулювання стану агрофітоценозів, висота рослин відповідно розглядатиметься як відгук на зміну рівня екологізації технології вирощування соняшника.

У ході проведення дослідження було визначено закономірності формування висоти рослин на різній густоті стеблостою в основі стадії розвитку. Отримані дані наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Висота стебла рослин соняшника ($X \pm s$) за різної густоти посіву в основі етапи онтогенезу, см

Густота посіву, тис.шт/га (А)	Фаза розвитку			
	3–4 пари справжніх листків	Початок формування кошика	Початок цвітіння	Фізіологічна стиглість
55,2	29,6±1,01	52,0±1,10	149,1±1,67	151,4±1,60
59,5	29,3±1,42	53,1±0,99	152,9±1,69	152,3±1,26
65,7	26,5±1,40	51,7±0,85	153,8±1,87	152,8±1,97
НІР 0,05, см	3,74	2,97	4,88	4,58

Динаміка показників висоти стебла гібриду соняшника NS 8004 за різної густоти стояння показана на рисунку 4.1.



Рис. 4.1. Порівняння висоти стеблостою під час стадії «початок цвітіння» на дослідних ділянках (Липень 2024 р.)

Візуальне порівняння посівів та аналіз отриманих даних вказує на наявність чіткої тенденції до збільшення висоти стебла по мірі ущільнення посівів. Під час фази 3–4 пар справжніх листків цей показник варіює від $26,5 \pm 1,40$ см при густоті 65,7 тис.шт./га до $29,6 \pm 1,01$ см при густоті 55,2 тис.шт./га. За густоти 59,5 тис.шт./га на даній стадії середня висота рослин збільшилась на 10,6% порівняно з варіантом 65,7 тис.шт./га.

Статистична обробка даних шляхом дисперсійного аналізу вказує на відсутність статистично достовірної різниці між варіантами дослідів на довірчому рівні 95% ($p < 0,05$). Статистична достовірність результатів проведеного дослідів наведена в додатку В.

Проведений на завершальному етапі формування листкової поверхні міжрядний обробіток сприяв покращенню аерації верхніх шарів ґрунту, послабленню конкуренції з бур'янами шляхом їх знищення у міжряддях та корекції густоти посіву. На нашу думку всі ці чинники вплинули на формування вегетативної маси на даному

етапі розвитку, насамперед завдяки пригніченню розвитку бур'янів та відповідно створення кращого доступу рослин соняшника до всіх необхідних ресурсів. Проте на ділянках з меншою щільністю стеблостою забур'яненість посівів дещо більша внаслідок більшого простору між рослинами в рядках, який займає сегетальна рослинність. На даному етапі ефективність проведення агротехнічних операцій зі знищення бур'янів на різних діапазонах щільності посіву неоднакова, на що вказує коливання висоти стебла соняшника.

З настанням стадії формування кошика (ВВСН 50–59) середня висота рослин на ділянках з різною густиною посіву відрізнялась не суттєво, але загалом висота рослин зростає при поступовому ущільненні посіву. В діапазоні 56,7–61,7 тис.шт/га висота стебла у фазу ВВСН 51 («зірочка») становить $51,7 \pm 0,85$ та $52,0 \pm 1,10$ відповідно. Середня висота стебла при щільності посіву 59,5 тис.шт/га досягла максимального значення. Статистично достовірної різниці між варіантами на стадії «зірочки» немає.

Аналогічна тенденція збереглась і на початку стадії цвітіння (ВВСН 60-69). При найменшій щільності (65,7 тис.шт/га) середня висота рослин не перевищила значення $138,8 \pm 1,87$ см, у той час як на варіанті 55,2 тис.шт/га цей показник в середньому на 10,3 см вищий, максимальна висота рослин спостерігається при 59,5 тис.шт/га. Така суттєва відмінність між варіантами дослідів на даному етапі онтогенезу підтверджується результатами дисперсійного аналізу (p -рівень 0,000).

Динаміка висоти наприкінці стадії наливу насіння (ВВСН 70-79) свідчить про неоднозначну реакцію рослин на ущільнення посівів. На діапазоні густоти до 65,7 тис.шт./га середня висота рослин збільшилась на 4,0 см порівняно з початком цвітіння, з трьох аналізованих діапазонів максимальний лінійний ріст стебла зафіксовано на варіанті 55,2 тис.шт/га, в той час як в найбільш ущільненому посіві цей показник залишився практично на рівні попереднього етапу розвитку.

Наявний тренд характеризує реакцію рослин на дію досліджуваного еколого-агротехнічного чинника. В умовах високої щільності посіву висота рослин соняшника збільшується за рахунок конкуренції рослин в межах виду за кращий доступ до сонячного світла, внаслідок чого відбувається видовження стебла, на що неодноразово звертали увагу дослідники.

Проте досить рідко в науковому дискурсі розглядається питання забезпеченості фітомаси соняшника оптимальною товщиною стебла по мірі загушення посіву. І.М. Когут та співавтори [26] справедливо зазначають що на фоні високої щільності стояння стеблостою виникає загроза вилягання рослин внаслідок тонкостебельності.

За результатами проведеного обліку діаметру стебла у фазу фізіологічної стиглості нами було запропоновано відобразити дане явище як відношення діаметру стебла до його висоти, даний параметр дозволив більш чітко виявити закономірності зміни забезпеченості фітомаси соняшника товщиною стебла при густоті від 55,2 до 65,7 тис.шт./га. Результати наведені на Рис. 4.2.

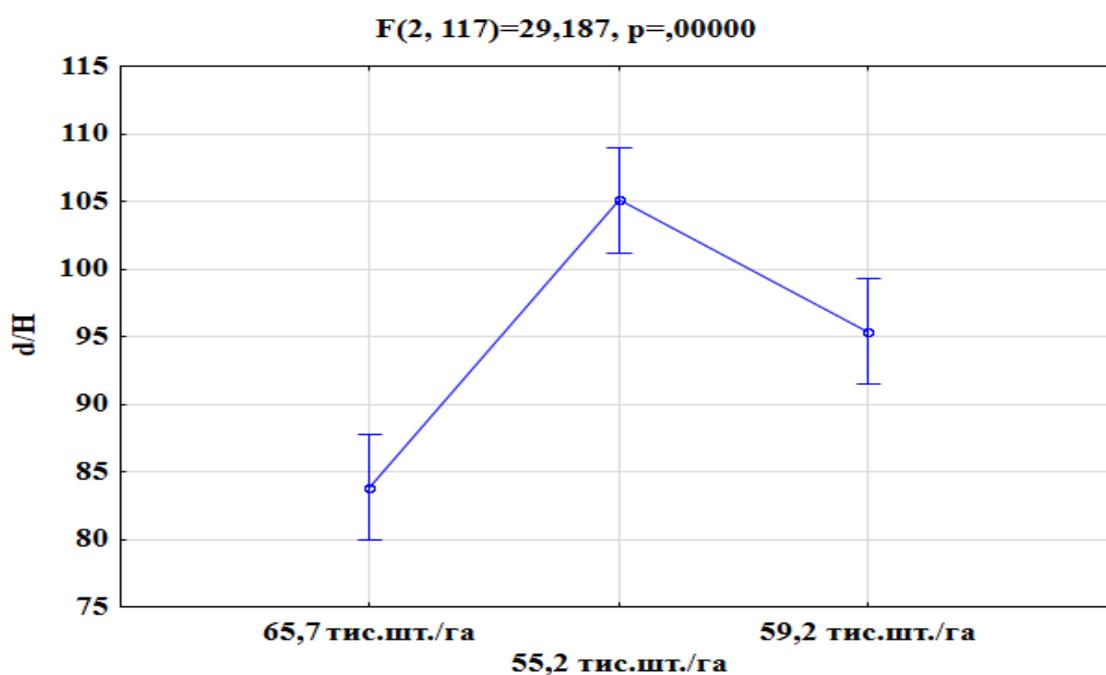


Рис. 4.2. Відмінності у показнику відношення діаметру стебла соняшника до його висоти на різних діапазонах густоти та їх статистична достовірність, мкм/см

На заданому діапазоні густоти посіву середній діаметр стебла зменшувався зі збільшенням щільності: 55,2 тис.шт./га – $1,71 \pm 0,043$ см; 59,5 тис.шт./га – $1,44 \pm 0,032$ см; 65,7 тис.шт./га – $1,28 \pm 0,022$ см. Таким чином найбільш міцне стебло рослини сформували при густоті 55,2 тис.шт./га, де на 1 см висоти припадає 105,1 мкм діаметру, при подальшому загущенні до 59,5 тис.шт./га цей показник зменшився до 95,4 мкм на 1 см, найменш забезпеченими товщиною стебла були рослини у посівах з густотою 65,7 тис.шт./га – 83,3 мкм.

При створенні оптимального життєвого простору рослини мали краще сформований габітус, на що зокрема вказує співвідношення діаметру стебла до його висоти, низькі рослини на периферії полів, які знаходяться в умовах конкуренції з бур'янами так як і ті рослини які конкурують з вищими екземплярами, мали більш тонке стебло, що робило їх вразливими до повалення вітром.

Наші дослідження показали що діаметр стебла має тісний та статистично значущий показник кореляції з ключовими параметрами рослинного організму, такими як маса надземної фітомаси, діаметр та маса кошика, площа листкової поверхні та масу насіння на 1 рослині (Додаток Д).

Показники висоти та діаметру стебла рослин відіграють важливу роль у формуванні рослинного організму, його розвитку та як результат продуктивності культури. Кінцева густина стояння рослин досить істотно вплинула як на окремі параметри так і на їх співвідношення. Загалом зміна діапазону густоти з 55,2 до 65,7 тис.шт./га зумовила закономірне збільшення висоти рослин в основні стадії розвитку культури та зниження забезпеченості стебла товщиною при перевищенні оптимального діапазону.

4.2. Особливості розвитку листкової поверхні

Листки – органи фотосинтезу, складного біохімічного процесу перетворення діоксиду вуглецю в органічну речовину за участю сонячного світла та води, який має надзвичайно велике екологічне значення. Формування оптимальної площі листкової поверхні є запорукою повноцінного розвитку та високої продуктивності як окремих рослин так і посіву загалом. Зважаючи на це вивчення особливостей формування листкового апарату є важливим елементом комплексної екологічної оцінки умов вирощування сільськогосподарських культур.

Відомо що головною передумовою забезпечення посіву листковою поверхнею є саме густина посіву [56]. За деякими даними площа листкової поверхні збільшується за рахунок високої щільності стояння стеблостою, однак в цьому випадку важливу роль відіграють кількість листків та їх загальна тіньовитривалість. За результатами

дослідження, середня площа листкової поверхні на окремій рослині на діапазонах густоти від 55,2 до 65,7 тис.шт/га в різні фази розвитку мала певні відмінності (Таб. 4.4).

Таблиця 4.4

Площа листкової поверхні на 1 рослину ($X \pm s$) за різної густоти посіву в основі етапи онтогенезу, м²/рослина

Густота посіву, тис.шт./га (А)	Фаза розвитку		
	Початок формовання кошика	Початок цвітіння	Фізіологічна стиглість
55,2	0,078±0,0039	0,250±0,0182	0,136±0,0096
59,5	0,070±0,0040	0,209±0,0116	0,149±0,0069
65,7	0,074±0,0048	0,156±0,0124	0,091±0,0053
НІР _{0,05}	0,013	0,042	0,013

Дані щодо площі листкової поверхні під час фази «початок формування кошика» свідчать про неоднозначну реакцію рослин на ущільнення посівів понад рекомендовані норми. На даному етапі найбільша площа листкової поверхні сформована в діапазоні густоти посіву 55,2 та 65,7 тис.шт./га – 0,074±0,0048 м² (740 см²) та 0,078±0,0039 м² (780 см²) відповідно, тоді як при густоті 59,5 тис.шт./га цей показник не перевищив значення 0,070 м² (700 см²).

Густота посіву значною мірою вплинула на розвиток листків на різних ярусах. Розташування листків середнього та верхнього ярусів відносно одне одного в більш щільних посівах зумовило затінення нижнього ярусу листя і як наслідок відмирання та ураження листків нижніх ярусів грибковими хворобами зафіксовано ще на стадіях росту стебла (Рис. 4.3).

З настанням етапу цвітіння середня площа листкової поверхні на окремих рослинах коливалась в межах 0,156–0,250 м²/рослину. На даному етапі, як і на попередньому, найбільшу площу рослин сформували при щільності 59,5 тис.шт./га, в той час як внаслідок висихання листків нижніх ярусів при густоті 65,7 тис.шт/га середня площа листкової поверхні не перевищила значення 0,156±0,0124 м²/рослину,

при загущенні агрофітоценозу понад 59,6 тис.шт, вищезгаданий показник скоротився на 16,4%.



Рис. 4.3. Ураження фомозом листків нижнього ярусу (Фото І.Бердіна)

Загалом на етапі фізіологічної стиглості площа листкового апарату суттєво зменшилась, основну масу листків представляли фізіологічно молоді листки верхнього ярусу, які будуть участь у накопиченні необхідних для генеративних органів ресурсів, в той час як нижній та практично весь середній ярус складався з сухих залишків листя. Втім за різної густоти посіву, на даному етапі окремі посіви мають доволі достатній рівень забезпеченості листковою поверхнею. Зокрема у посівах з густотою 59,5 тис.шт./га за міжфазовий період «початок цвітіння – фізіологічна стиглість» листкова поверхня зменшилась на 28,7%, однак при цьому з трьох варіантів залишається найбільшою. Зважаючи на те що на попередньому етапі в посівах з густотою 65,7 тис.шт./га гібрид сформував найменшу листкову поверхню, його значення на етапі фізіологічної стиглості залишилось мінімальним, при цьому тут спостерігається швидкий темп скорочення кількості та площі зеленого листя – на 41,7% менше за показник у фазу цвітіння. Найбільш суттєво зменшилась площа листкової поверхні і на діпазоні 59,5 тис.шт./га, що на 45,6% менше порівняно з попередньою стадією розвитку.

Ключовими ознаками посіву як фотосинтезуючої системи є сумарна площа листкової поверхні (у перерахунку на 1 га площі), кількість листя та площа листкової поверхні на одиницю фітомаси.

На ранніх стадіях розвитку спостерігалась тенденція до збільшення кількості листків на 1 рослині при загущенні посівів, однак на наступних етапах менш щільні посіви мали перевагу у кількості листків (Рис. 4.4).

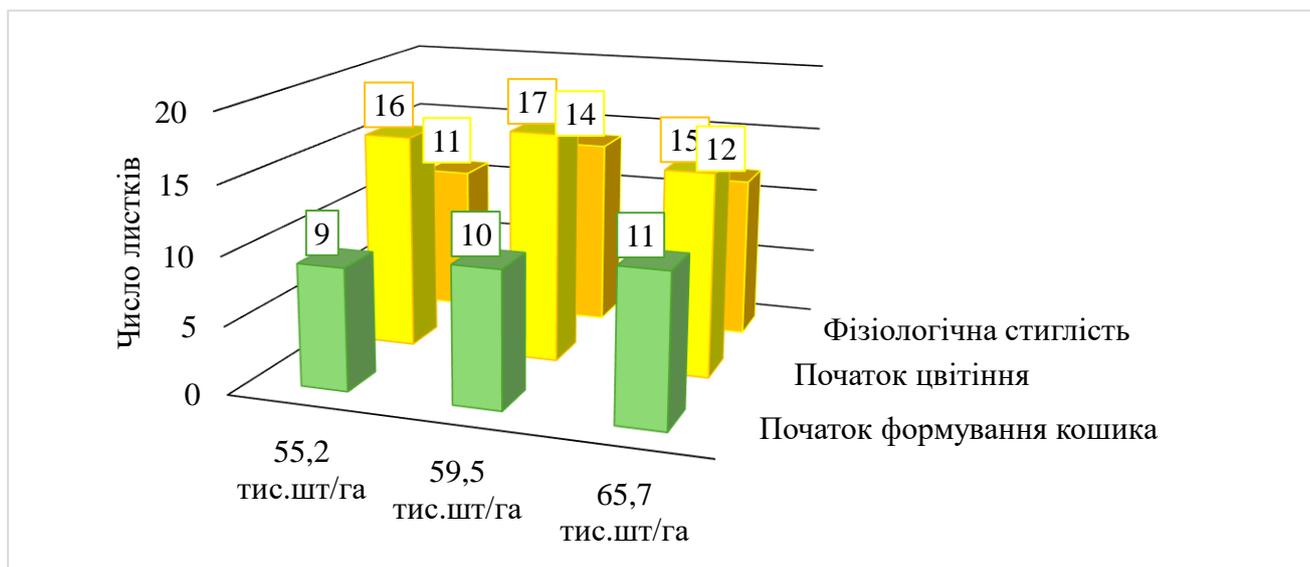


Рис. 4.4. Динаміка кількості листків за різної густоти посіву в основні етапи онтогенезу, шт.

Площа листя на 1 рослині досить сильно залежить від його кількості, в результаті чого кількість листків також має більш тісний кореляційний зв'язок з показником забезпечення фітомаси листковою поверхнею ($r=0,73$). По мірі ущільненості стеблостою до 59,5 тис.шт./га площа листкової поверхні на одиницю фітомаси (LAR) у фазу фізіологічної стиглості зростала. (Рис. 4.4).

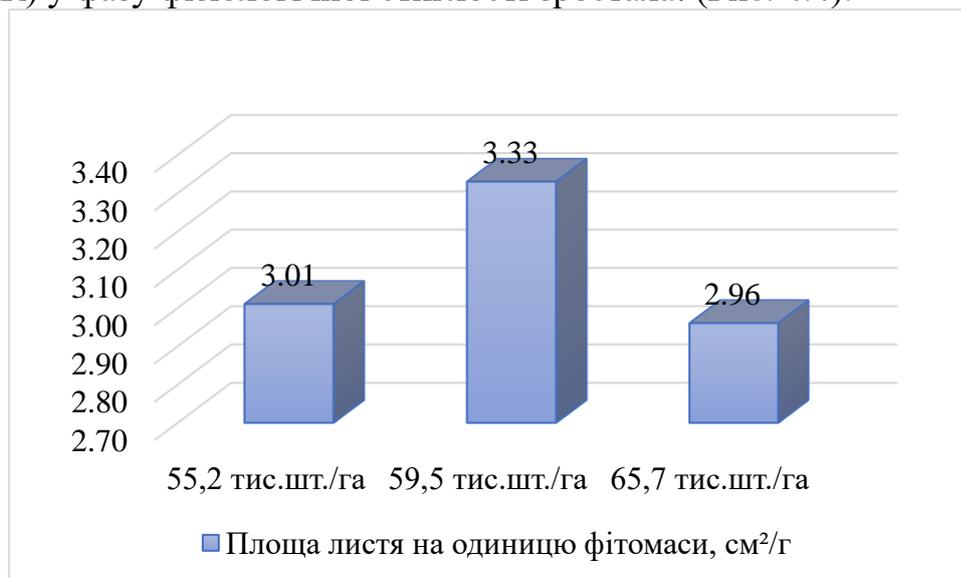


Рис. 4.4. Забезпеченість надземної фітомаси листковою поверхнею при різній густоті посіву, $\text{cm}^2/\text{г}$

Як показали дані наведені на Рис. 4.4, при густоті посіву 55,2–65,7 тис.шт./га рослини приблизно однаково забезпечені листковою поверхнею – 2,96–3,01 см²/г, на варіанті з щільністю 59,5 тис.шт./га даний показник має найвище значення, за рахунок повільнішого темпу відмирання листків. Відмінності посівів за даним показником є статистично достовірними ($p=0,017$).

Загальна площа листкового апарату у посівах з густиною посіву від 55,2 до 65,7 тис.шт./га в основі етапи онтогенезу мала суттєві відмінності. Площа асиміляційної поверхні у перерахунку на 1 га площі посіву у фазі початку формування кошика та початку цвітіння в середньому знаходилась в межах від 4,43 та 12,16 тис.м²/га (Таб. 4.5).

Таблиця 4.5

Площа листкового апарату за різної густоти посіву в основі етапи онтогенезу,
тис.м²/га

Густота стояння рослин, шт/га (А)	Фаза розвитку		
	Початок формування кошика	Початок цвітіння	Фізіологічна стиглість
55,2	4,28	13,81	7,51
59,5	4,16	12,41	8,85
65,7	4,84	10,26	5,96
Середнє	4,43	12,16	7,44

Як і по середньому показнику площі асиміляційної поверхні для окремих рослин так і посіву загалом мінімальне значення протягом всього періоду вегетації спостерігається у посіві з густиною 65,7 тис.шт/га – 4,84-10,26 тис.м²/га, на діапазоні густоти 55,2 тис.шт./га на етапі цвітіння сформовано найбільшу листкову поверхню, однак в даному варіанті також фіксується найсуттєвіше зменшення площі поверхні листя – на 6,3 тис. м² менше за показники у фазу цвітіння. При 59,5 тис.шт./га на етапі бутонізації площа листкової поверхні була на 1,4 тис.м² менше за варіант з найменшою щільністю, однак з настанням фізіологічної стиглості площа листкового апарату за такої густоти була найбільшою серед усіх варіантів (8,85 тис.м²/га).

Динаміка листкової поверхні дозволяє оцінити загальний рівень забезпеченості посіву листковою поверхнею, шляхом порівняння значень ІЛП на різних діапазонах густоти посіву (Рис.4.5).

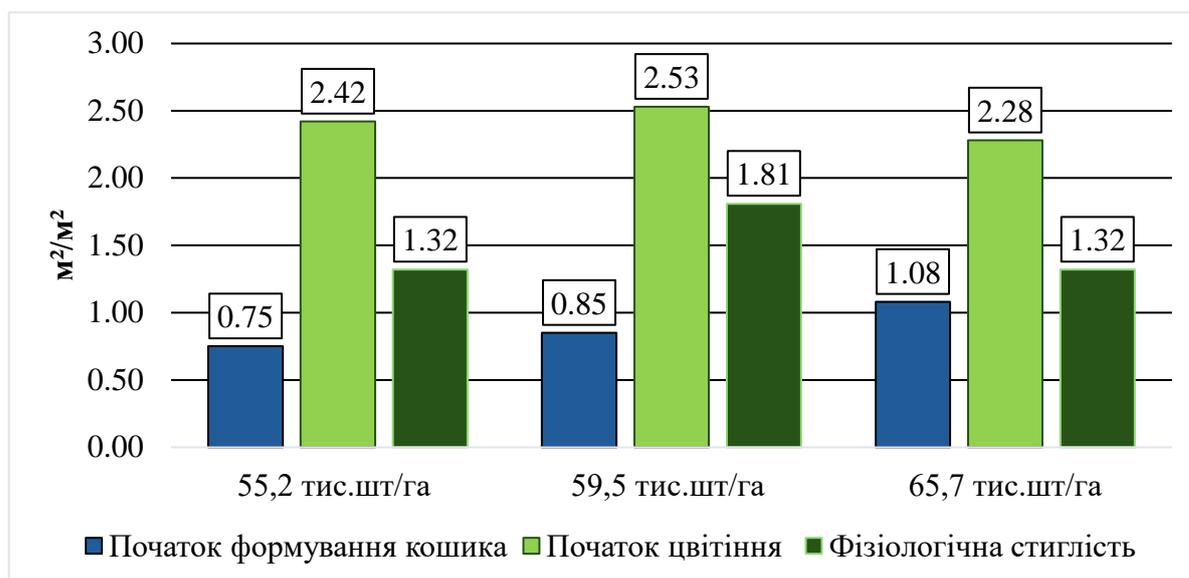


Рис. 4.5. Індекс листкової поверхні за різної густоти посіву на різних етапах розвитку

Протягом етапу бутонізації найменший ІЛП мали посіви з густотою стояння 55,2 тис.шт./га, щільніші посіви мали листковий індекс від 0,85 до 1,32. Не зважаючи на коливання площі листкового апарату та кількості листків, за відношенням загальної площі листкової поверхні до площі посіву на наступних стадіях розвитку найбільш забезпеченими виявились посіви з густотою 59,5 тис.,шт./га, тоді як при густоті 65,7 тис.шт./га значення ІЛП були в 1,5–2 рази меншими.

Отже, найбільш оптимальним варіантом щільності посіву за параметрами листкової поверхні є 59,5 тис.шт/га, подальше загущення посівів призводить до погіршення умов для розвитку асиміляційної поверхні.

4.3. Фотосинтетичний потенціал посівів

Сформована в різні етапи онтогенезу площа листкового апарату, зумовлює можливість посіву ефективно використовувати сонячну радіацію. Оскільки цей фактор є надзвичайно важливим для реалізації потенціалу продуктивності рослин, густота посіву має сприяти розвитку листкової поверхні.

Як показали результати дослідження, збільшення густоти посіву до 65,7 тис.шт./га сприяло подовженню тривалості міжфазових періодів на 1 добу, що при достатній забезпеченості рослин листковою поверхнею сформувало досить високий фотосинтетичний потенціал, натомість на варіантах досліду з 55,2 та 59,5 тис.шт./га інтервали між настанням основних стадій розвитку був здебільшого однаковим (Таб. 4.6).

Таблиця 4.6

Фотосинтетичний потенціал посівів за різної густоти посіву

Міжфазовий період	Густота посіву, тис.шт/га (А)	Тривалість, діб	Фотосинтетичний потенціал, тис.м ² ×добу/га
3–4 пар справжніх листків – початок формування кошика	55,2	19	44,0
	59,5	19	42,7
	65,7	18	47,6
Початок формування кошика – Цвітіння	55,2	24	217,2
	59,5	24	198,8
	65,7	23	173,6
Цвітіння – Фізіологічна стиглість	55,2	33	351,9
	59,5	32	340,2
	65,7	32	259,4

Фітосинтетичний потенціал посіву у період «3–4 пари справжніх листків – початок формування кошика» при густоті 55,2 – 59,5 тис.шт./га знаходився на рівні 42,7–44,0 тис.м²/га×добу, лише в останньому варіанті ФП найбільший за рахунок більшої площі листкової поверхні на ранніх етапах. В наступний міжфазовий період, тривалість якого в менш ущільнених посівах був на 1 добу довший, максимальний ФП спостерігався на варіанті 55,2 тис.шт./га. Так як посіви з густотою 65,7 тис.шт./га мають найменшу площу листкової поверхні, їх ФП є найнижчим на останніх етапах розвитку. Протягом найтривалішого міжфазового періоду «Початок цвітіння – Фізіологічна стиглість» (32–33 доби) найвищий ФП мали посіви з густотою 55,2 тис.шт./га – 351,9 тис.м²/га×добу, насамперед завдяки більшій площі листя. Також досить високий ФПП спостерігається і на варіанті 59,5 тис.шт./га – 340,2 тис.м²/га×добу.

Загалом отримані значення ФП цілком відображають закономірності формування площі листової поверхні в основі етапи розвитку рослин, однак за рахунок більшої тривалості міжфазового періоду та сформованої площі листової поверхні на варіантах з щільністю 55,2–59,5 тис.шт./га цей показник дещо збільшується.

4.4. Формування сирової надземної фітомаси за різної густоти посіву

Однією з передумов отримання високої продуктивності соняшника є наростання надземної фітомаси. Середня маса сирової надземної фітомаси рослин під час стадії фізіологічної стиглості у досліджуваного генотипу зростала при збільшенні густоти посіву з 55,2 до 65,7 тис.шт./га з 305,7 до 449,5 г, разом з цим зростав врожай сирової надземної фітомаси у перерахунку на 1 га площі посіву (Рис. 4.6–4.7).

Найбільший показник маси надземної частини рослини серед трьох варіантів густоти у фазу ВВСН 87 (Фізіологічна стиглість) сформовано при 59,6 тис.шт./га – 449,5 г, що обумовило високий врожай сирової фітомаси на даному градієнті. Варіанти з густиною від 55,2 до 65,7 тис.шт./га забезпечили меншу інтенсивність наростання надземної фітомаси та загалом менший врожай – 17,3–27,0 т/га відповідно.

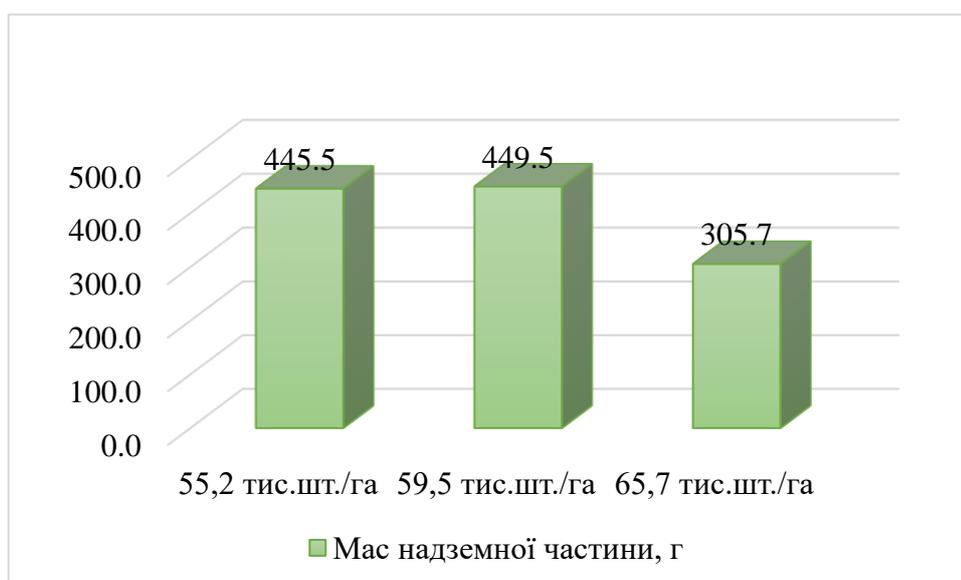


Рис. 4.6. Маса надземної фітомаси за різної густоти посіву у фазу «фізіологічна стиглість», г

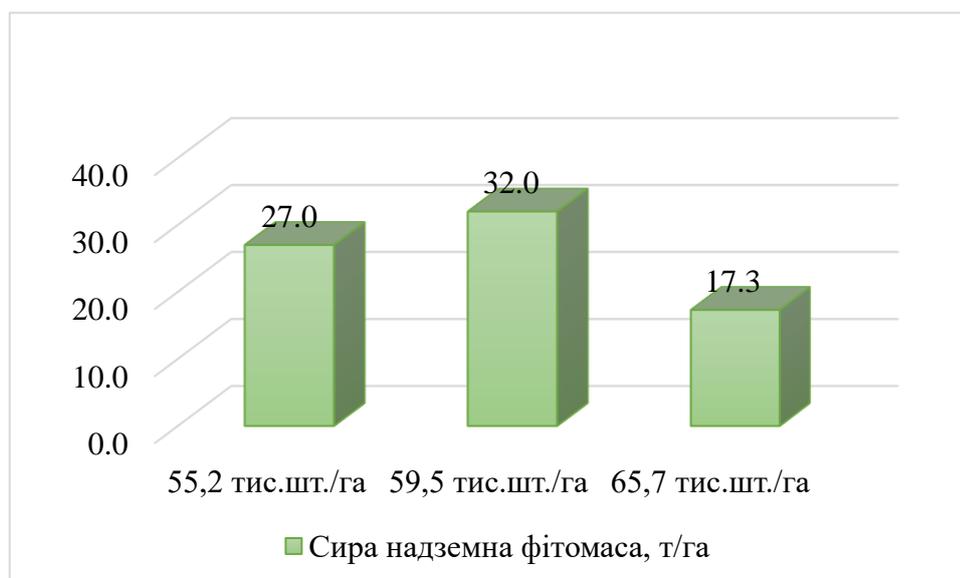


Рис. 4.7. Врожай сирі надземної фітомаси за різної густоти посіву, т/га

За результатами дисперсійного аналізу, густота посіву має достовірний вплив на показник утворення наземної фітомаси ($p=0,000$). Тенденція до зростання фітомаси може вказувати як на наявність внутрішньопопуляційної конкуренції в агрофітоценозах так і на особливості формування нових тканин та накопичення всіх необхідних речовин, обумовлені генетичним потенціалом гібриду. Однак в цьому випадку слід звернути увагу на співвідношення показників вегетативної та генеративної сфери, щоб виявити частку окремих структур від загальної фітомаси.

4.5. Урожайність та структурні елементи врожаю на різних діапазонах густоти посіву

4.5.1. Динаміка основних елементів структури врожаю

Стабільність елементів структури урожаю свідчить про стійкість культури до ущільнення агроценозів. Згідно з даними багатьох досліджень, чутливість до дії фактора густоти таких ознак як діаметр кошика та його вага, маса насіння в кошику досить висока, в результаті чого спостерігається обернено пропорційна залежність між величиною господарсько цінних ознак та збільшенням густоти посівів соняшника [2,70,74,75].

Як показали результати досліджу, окремі параметри структури врожаю, такі як діаметр кошика не суттєво змінилися, проте закономірно зменшилися його середня вага та вихід насіння з однієї рослини по мірі ущільнення посівів (Таб. 4.7).

Таблиця 4.7

Елементи структури врожаю соняшника на градієнті густоти посіву

Густота посіву, тис.шт./га (А)	Структурні елементи		
	Діаметр кошика, см	Вага суцвіття, г	Вихід насіння, г/рослина
55,2	13,1±0,29	209,3±12,00	74,5±4,27
59,5	12,4±0,21	200,8±8,77	77,5±3,03
65,7	12,5±0,24	174,8±7,37	61,3±2,27
НІР _{0,05}	0,7	26,8	9,2

Найменший діаметр кошику рослини сформули на варіантах з густотою ценозу 59,5 та 65,7 тис.шт./га, в той час як на варіанті 55,2 тис.шт./га в середньому він становить 13,1±0,29 см. Статистично значущих відмінностей між вищезазначеними діапазонами щільності посіву не зафіксовано ($p=0,085$). Беручи до уваги цей факт, варто необхідно проаналізувати залежності між параметрами генеративної та вегетативної сфер. В літературних джерелах вказується що за ущільнення посівів соняшника його висота закономірно збільшується, проте разом з цим товщина стебел зменшується. Нами виявлено досить тісну кореляційну залежність між діаметром кошика та діаметру стебла ($r=0,75$), натомість з висотою стебла розмір суцвіття слабо корелює ($r=0,33$). На підставі чого ми запропонували представити ці за'язки як співвідношення діаметру кошиків до висоти стебел (Df/H) та діаметру стебел до діаметру кошиків (d/Df).

Аналіз динаміки досліджуваних ознак стебла показало невисоку стійкість рослин до змін густоти з 55,2 до 65,7 тис.шт./га. На варіанті 55,2 тис.шт./га висота становила в середньому 151,4 см, товщина близько 1,7 см, за 59,5 тис.шт./га висота була 152,3 см та 1,4 см його товщина, за 65,7 тис.шт./га висота – 152,8 см, 1,3 см – діаметр. За таких умов співвідношення даних параметрів має цілком відтворити

закономірність утворення діаметру суцвіття при різних варіантах густоти агроценозу (Рис. 4.8).

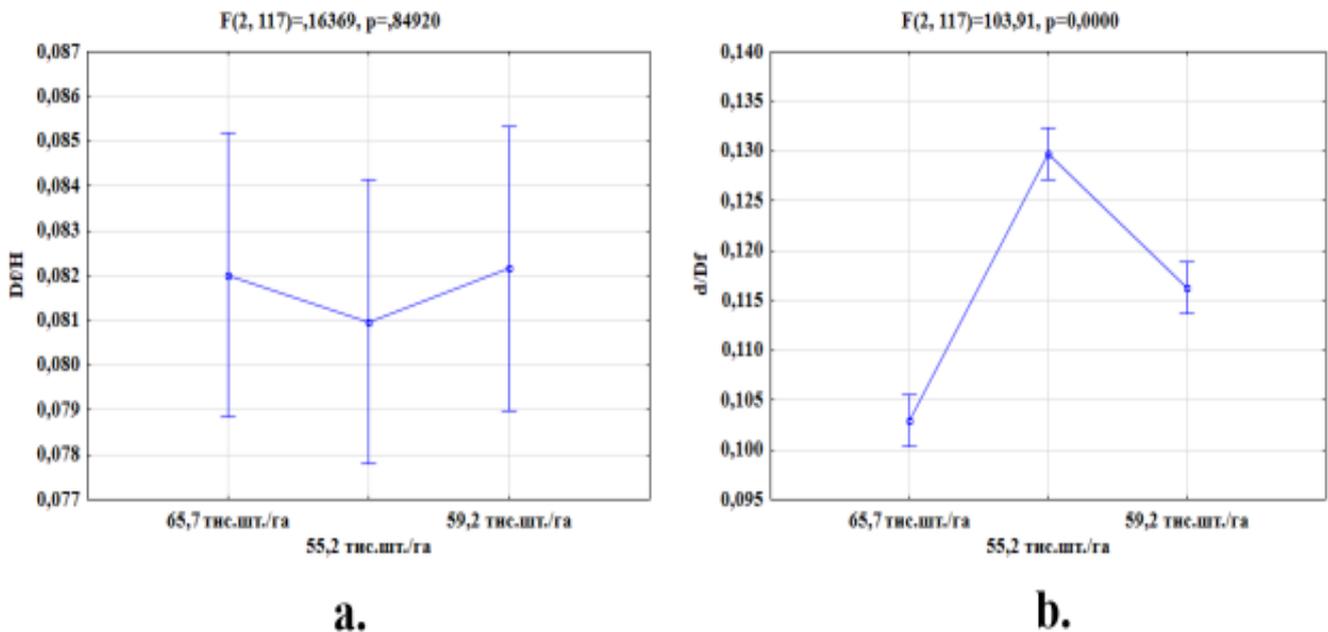


Рис. 4.8. Відмінності у показниках: а – діаметр суцвіття на 1 см висоти стебла; б – діаметру стебел на 1 см діаметру суцвіття, см/см

З видовженням стебел на кожен 1 см, діаметр кошика зростає близько на 0,081 – 0,082 см. Таким чином високі рослини на варіантах 59,5 та 65,7 тис.шт./га (0,082 см/см), як і при середній висоті рослин за щільності посіву 55,2 тис.шт./га (0,081 см/см), не мають суттєвих відмінностей у діаметрі суцвіть на фоні видовження стебла на даних варіантах перед збиральної густоти посіву. Проте співвідношення діаметру стебел до діаметру кошиків має статистично суттєву різницю при ущільненні посівів. За густоти посіву 55,2 тис.шт./га рослини мали доволі міцні стебла, у яких на кожному 1 см діаметру кошиків припадало близько 0,13 см діаметру стебел, порівняно вищі екземпляри з посівів з 59,5 до мали значення близько 0,103 см/см, при 65,7 тис.шт./га – 0,116 см/см. Таким чином рослини з більшою товщиною стебел мали більший розмір кошика.

Діаметр кошика дуже тісно та достовірно корелює з його вагою ($r=0,93$). Максимальна вага кошиків сформувана рослинами соняшника за густоти 55,2 тис.шт./га – $209,3 \pm 12,00$ г, ущільнюючи посіви до 65,7 тис.шт./га вага зменшувалась

на 8,5 г ($200,8 \pm 8,77$ г), найменшу вагу суцвіття отримано при найбільшій густоті – $174,8 \pm 7,37$ г.

І.М. Когут та співавтори [26 с.96] наголошують : загострення конкуренції в середині популяції культури за кращий доступ до всіх необхідних для життєдіяльності ресурсів, спричиняє перерозподіл більшої частини ресурсів організму рослини на утворення вегетативної маси, оскільки виникає потреба у видовженні стебла. Це призводить до погіршення цінних урожайних ознак рослин соняшника.

Повертаючись до вищезгаданої тези, відношення маси насіння до ваги надземної фітомаси (репродуктивне зусилля рослин), може показати який внесок рослини роблять на формування вегетативних та генеративних структур (Рис. 4.9).

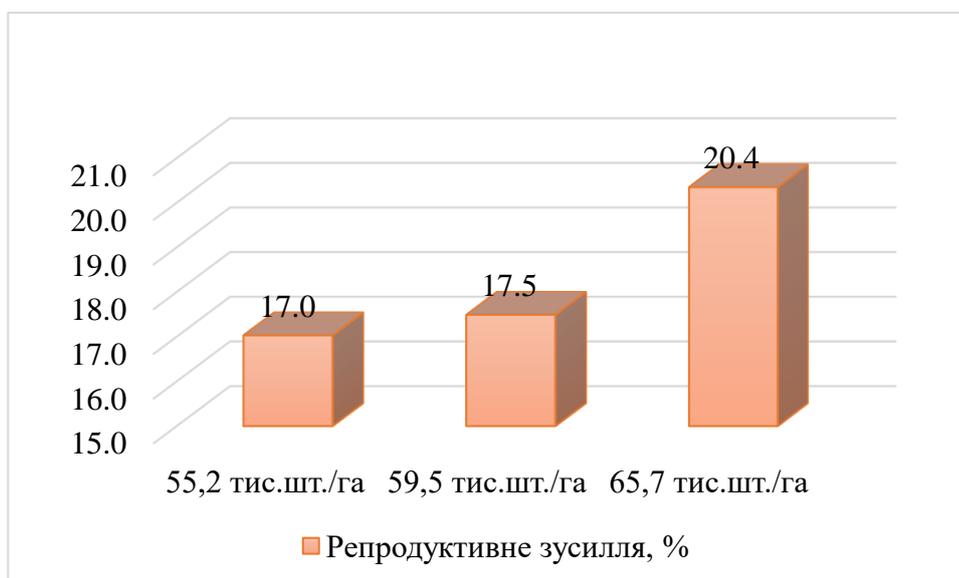


Рис. 4.9. Репродуктивне зусилля рослин соняшника за різної густоти посіву, %

Зображена на рисунку 4.9 динаміка репродуктивного зусилля, вказує на збільшення внесоку рослин в утворення насіння при збільшенні густоти агроценозу з 55,2 до 65,7 тис.шт./га – з 17,0 до 20,4 % відповідно. Таким чином констатується факт що загострення конкуренції в агрофітоценозах зумовило зменшення маси вегетативних органів рослин, внаслідок чого частка генеративних структур суттєво збільшується.

Вихід насіння з однієї рослини помітно зменшився при збільшенні густоти посівів. Мінімальна маса насіння отримана за густоти 65,7 тис.шт./га – $61,3 \pm 2,27$ г, за густоти 55,2 та 59,5 тис.шт./га – $74,5 \pm 4,27$ та $77,5 \pm 3,03$ г відповідно. Встановлено що

вага суцвіття та маса надземної рослини дуже тісно корелюють з параметрами продуктивності культури. Залежність між масою насіння на одній рослині (г/рослина) та загальною масою надземних органів рослин та вагою кошика достовірна ($r = 0,95$ та $0,92$ відповідно).

Серед числа біометричних параметрів слід виділити ті, які відіграють найбільшу роль у формуванні продуктивності рослин. Так проведений факторний аналіз свідчить, що найбільші навантаження на перший та другий фактори мають надземна фітомаса рослин, площа листкової поверхні, кількість листків на 1 рослині та вага кошика, це дозволило зменшити кількість змінних для подальшого моделювання продуктивності культури (Таб. 4.8).

Таблиця 4.8

Структура факторних навантажень для біометричних параметрів соняшника

Ознака	Факторні навантаження ¹	
	Фактор 1	Фактор 2
Висота стебла	-0,285	0,608
Діаметр стебла	-0,888	0,383
Діаметр суцвіття	-0,896	0,037
Вага суцвіття	-0,951	-0,037
Маса надземної частини	-0,963	-0,005
Відношення діаметру стебла до його висоти	-0,886	0,161
Відношення діаметру кошика до висоти стебла	-0,737	-0,330
Відношення діаметру стебла до діаметру суцвіття	-0,374	0,557
Кількість листя на 1 рослині	-0,193	-0,828
Площа листкової поверхні на 1 рослину	-0,891	-0,302
Площа листя на одиницю фітомаси	-0,151	-0,689
Вихід насіння	-0,935	-0,087
Загальна дисперсія	6,70	2,22
Частка спільної дисперсії,%	55,8	18,5

Примітка : жирним шрифтом позначено статистичні значущі навантаження при $p < 0,05$

За підсумками множинного регресійного аналізу, надземна фітомаса та вага суцвіття, сформовані в досліджуваному діапазоні густот, на 92% детермінують коливання виходу насіння у рослин соняшнику (Рис. Д.1.1). Вихід насіння з 1 рослини можна розрахувати за наступним рівнянням:

$$M = 0,0447W + 0,2371Wf + 6,9609$$

Зі збільшенням щільності агрофітоценозу від 55,2 до 65,7 тис.шт./га спостерігається тенденція до зменшення діаметру та ваги кошика, разом з цим і маси насіння з однієї рослини. Рослини в менш густих посівах утворили найбільшу надземну фітомасу підтримуючи високу індивідуальну продуктивність рослин, Тоді як найвища щільність посівів значно погіршила якісно-кількісні параметри елементів структури отриманого врожаю.

4.5.2. Урожайність соняшника за різної густоти посіву

Оптимальна густина посіву соняшника має забезпечити найвищий рівень реалізації потенціалу продуктивності. В умовах аридизації клімату висока врожайність досягається при густоті не більше 55–60 тис.шт./га, про що свідчать результати численних досліджень проведених в зонах Степу та Лісостепу України [2,26,70]. В посушливих умовах вегетаційного періоду 2024 року, загущення посівів з 55,2 до 65,7 тис.шт./га закономірно призвело до зниження урожайності гібрида (Рис. 4.10)

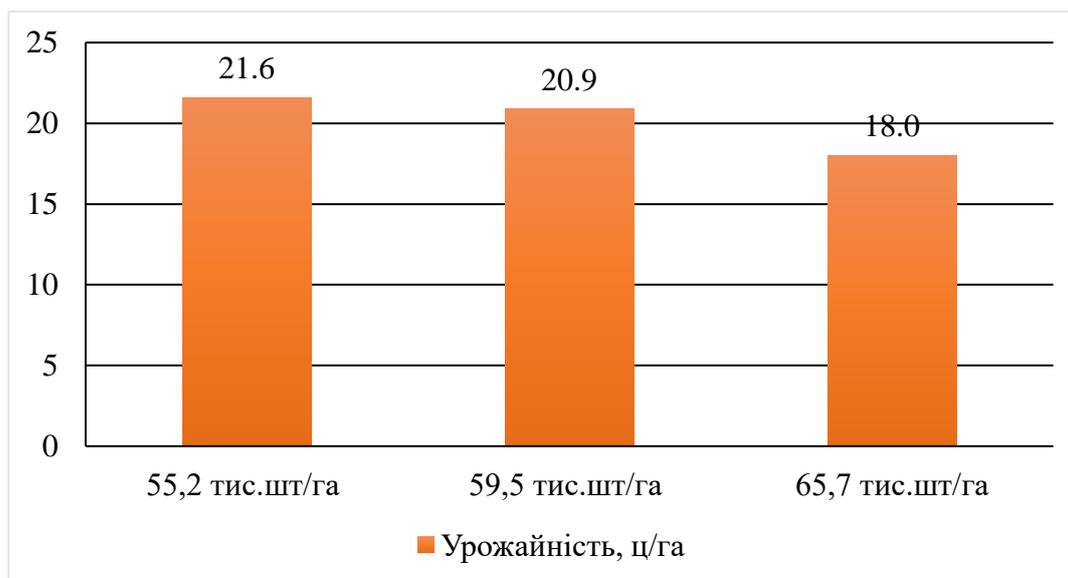


Рис. 4.10. Фактична урожайність гібриду NS 8004 на заданому діапазоні густоти посіву, ц/га (2024 р.)

Найвищу урожайність отримано з варіанті з густотою посіву на момент збирання 55,6 тис.шт./га – 21,6 ц/га, варіант з густотою 59,5 тис.шт./га мав на 70 кг менший врожай з 1 га площі посіву – 20,9 ц/га, в найбільш ущільнених посівах урожайність менше на 3,6 т за варіант з найменшою густотою та на 2,9 т менше за врожайність при густоті 59,5 тис.шт./га.

Отримані дані по врожайності гібриду дають змогу розробити прогностичну модель зміни рівня врожайності залежно від ущільненості посівів і також визначити найоптимальнішу густоту посіву при якій можливо отримати найвищу продуктивність окремих рослин так і посіву загалом.

Зміна врожайності по мірі ущільнення густоти стеблостою описується математичним рівнянням яке має вигляд поліному другого ступеня :

$$Y = -0,029X^2 + 3,1684X - 64,803$$

Де Y – урожайність, ц/га

X – густота посіву, тис.шт./га

Відповідно, залежність урожайності гібриду NS 8004 від кінцевої густоти посіву має вигляд поліноміальної кривої з вершиною в точці з максимальною врожайністю. За допомогою даної моделі було спрогнозовано тенденцію зміни врожайності при збільшенні густоти посіву на 5 тис.шт. в діапазоні від 30 до 80 тис.шт./га (Рис. 4.11).

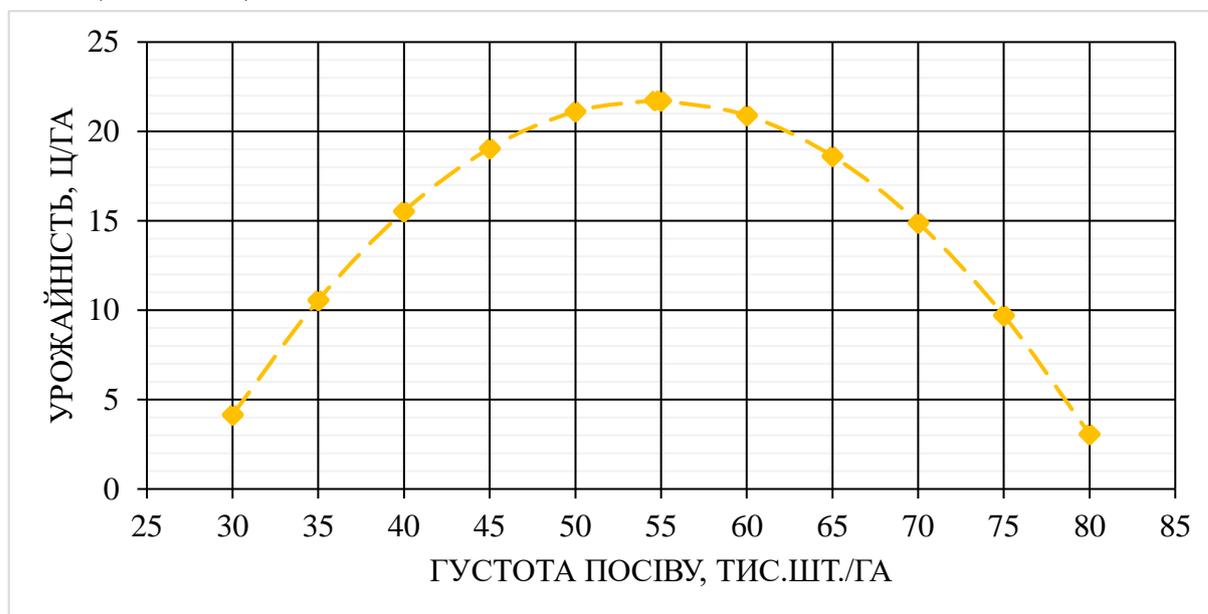


Рис. 4.11. Розрахункова урожайність гібриду NS 8004 за різної густоти посіву, ц/га

З характеру розміщення графіку, наведеного на Рис. 4.11, видно що точка максимуму урожайності гібриду знаходиться в межах від 50 до 60 тис.шт./га, подальша зміна густоти в напрямку зменшення або збільшення веде до зниження урожайності.

На основі рівняння регресії, визначаються координати точки оптимуму густоти посіву гібриду [56]. Оптимальна густота знаходиться за формулою:

$$-b/-2a$$

Таким чином, додаючи у формулу емпіричні коефіцієнти з отриманого рівняння ($a = -0,029$; $b = 3,1684$), виходить що найоптимальнішим варіантом густоти посіву для гібриду NS 8004 є 54,63 тис.шт./га. В цьому випадку не складно розрахувати інші параметри продуктивності посівів (Таб. 4.9).

Параметри продуктивності посівів гібриду NS 8004

Параметр	Величина
Оптимальна густина посіву, тис.шт./га	54,63
Максимальна продуктивність, г/рослина	15,84
Максимальна розрахункова урожайність, ц/га	21,74

Густина посіву 54,63 тис.шт./га теоретично може забезпечити найвищу індивідуальну продуктивність рослин – 15,84 г/рослина, і, відповідно, максимальну урожайність культури, яку можна отримати в погодно-кліматичних умовах, які спостерігалися протягом вегетаційного періоду 2024 року – 21,74 ц/га.

Отже, результати дослідження показують що перевищення рекомендованої для Лісостепової агрокліматичної зони норми висіву має негативний вплив на стан посівів гібриду NS 8004, на що вказує динаміка біометричних та урожайних ознак соняшника. Ущільнення посівів з 55,2 до 65,7 тис.шт призвело до збільшення висоти рослин в фазі бутонізації, цвітіння та досягання, разом з цим діаметр стебла та його співвідношення з висотою закономірно зменшувались.

Протягом різних етапів розвитку ущільненні посіву формували меншу кількість листків та площу листової поверхні, що в свою чергу знизило їх фотосинтетичне активність. Загострення конкуренції між рослинами спричинило зниження маси надземної частини і як наслідок зміну розподілу ресурсів організму між структурами вегетативної та генеративної сфер, збільшуючи часту репродуктивне зусилля по мірі ущільнення посівів.

Зменшення надземної фітомаси негативно позначилось на структурних елементах урожаю, зокрема внаслідок розвитку тонкостебельності зменшуються розміри кошиків, їх вага по мірі ущільнення посівів також зменшується. Все це призвело до мінімалізації показників виходу насіння з однієї рослини та урожайності гібриду загалом.

Розглядаючи густоту посіву як засіб екологічного регулювання стану агрофітоценозів, з метою підвищення продуктивності посівів соняшника необхідно встановити оптимальну густоту посіву – 55 тис.шт./га, що дозволить послабити конкуренцію в середині популяції та забезпечити максимальну урожайність гібриду.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Узагальнюючи результати польових досліджень, проведених протягом вегетаційного періоду соняшника в травні-вересні 2024 року, були зроблені наступні висновки:

За результатами проведених досліджень, були зроблені наступні висновки:

1. Вивчення динаміки висоти та діаметру стебла в основі етапи розвитку за різної щільності агрофітоценозу показало, що ущільнення понад 55,2 тис.шт./га призводить до видовження стебла у рослин соняшнику, разом з тим закономірно зменшується його діаметр, що обумовлює розвиток тонкостбельності у рослин.

2. Встановлено, що площа листкової поверхні в розрахунках на одну рослину та в посіві загалом зменшується при загущенні посіву понад 55,2 тис.шт./га. Кількість листків в посівах з густотою більше 59,5 тис.шт./га була найменша, особливо в останні фази вегетації, в результаті чого забезпеченість рослин листковою поверхнею та індекс листкової поверхні посівів закономірно зменшувались.

3. У посівах з щільністю стеблостою 55,2 та 59,5 тис.шт./га тривалість міжфазових періодів в середньому на одну добу довше за варіант з 65,7 тис.шт./га, що з урахуванням більшої площі листкового апарату в цих посівах, зумовило кращу спроможність використовувати сонячну радіацію для процесу фотосинтезу.

4. Маса надземної частини рослин соняшнику зростала при ущільненні посівів до 59,5 тис.шт./га. Подальше ущільнення посівів зменшило цей показник, у результаті чого на даному варіанті отримано найбільший врожай сирої надземної фітомаси соняшника.

5. При аналізі структурних елементів врожаю було встановлено статистично не достовірні відмінності у діаметрі суцвіття на різних варіантах густоти, натомість маса суцвіття закономірно зменшилась при загущенні посівів. Репродуктивне зусилля рослин збільшувалось по мірі ущільнення. Найбільший вихід насіння з однієї рослини отримано при густоті 59,5 тис.шт./га, тоді як за максимальної густоти вихід насіння найменший. Встановлено що серед біометричних параметрів соняшника у формуванні продуктивності найбільший

внесок мали маса надземної частини, вага суцвіття, кількість листя та їх площа на одну рослину.

6. Аналіз динаміки урожайності гібриду NS 8004 за різної густоти посіву показав, що цей показник закономірно зменшувався по мірі ущільнення посівів з 55,2 до 65,7 тис.шт./га, у результаті чого в посушливих умовах вегетаційного періоду 2024 року найбільш оптимальною була густота 55,2 тис.шт./га.

ПРОПОЗИЦІЇ

З метою екологізації вирощування соняшника та підвищення його продуктивності в умовах Великописарівської територіальної громади Сумської області рекомендується встановити густоту посіву до 55 тис. рослин/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонєць С.С., Антонєць А.С., Писаренко В.М. та інші. Органічне землеробство : з досвіду ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області. Практичні рекомендації. Полтава: РВВ ПДАА, 2010. 200 с.
2. Антонєць О.А., Антонєць М.О. Вплив агротехнічних заходів на урожайність соняшнику. Матеріали VIII науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції впровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в агропідприємствах». Полтава: Полтавська державна аграрна академія, 2020. с. 7–11.
3. Ашламова В.С., Скок С.В. Ефективність використання біологічних та рїстрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зонї південного Степу України. Вісник СНАУ, випуск 1 (47), 2022. с. 11–17.
4. Бойко П., Мартинюк І., Цимбал Я. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*, 2021 Т. 99 № 3. с. 5-13.
5. Гаврилюк Л. В., Кічігіна О.О., Туровнік Ю.А. Біопрепарти як агроекологічний фактор підвищення біобезпеки в агроценозах. *Збалансоване природокористування*, 2022 № 4. с. 105-111.
6. Гаврилюк Ю., Мацай Н. Шкодочинність бур'янів у посівах соняшника в умовах Лівобережного Степу України. Вісник ЛНАУ, 2019 (23). с. 61–65.
7. Гадзало Я., Вожегова Р., Лікар Я. Вплив біологізованого захисту рослин на продуктивність соняшнику в умовах зрошення півдня України. *Аграрні інновації*, 2023 № 18. с. 32-40.
8. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Гаро І. М. Формування продуктивності основних олійних культур на засадах екологічності та енергозалежності. Розвиток сільських територій на засадах екологічності, енергозалежності й енергоефективності: матеріали II міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 11 лист. 2021 р. Полтава, 2021. С. 87-90.
9. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2022 № 2. с. 50-56.

10. Головне управління статистики в Сумській області. Сільське господарство. Рослинництво. URL : <http://sumy.ukrstat.gov.ua/?menu=629&level=3> (Дата звернення : 17.01.2024)
11. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. За ред. В. П. Гудзя. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
12. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua> (Дата звернення : 19.12.2023)
13. Димитров С. Г. Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою рослин соняшнику однорічного *Helianthus annuus* L. *Аграрні інновації*, 2022 № 15. с. 104-110.
14. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В., Пічура В.І., Домарацький О.О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2020. 160 с.
15. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Базалій В.В. Агробіологічне обґрунтування застосування біопрепаратів в технології вирощування соняшника: монографія. Херсон : Олді-Плюс, 2019. 186 с.
16. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту показники родючості ґрунтів. Національний стандарт. Київ: Держспоживстандарт, 2005. 30 с.
17. Ермантраут Е.Р., Малиновський А.С., Дідора В.Г. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посібник. Житомир : ЖНАЕУ, 2010. 124 с.
18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогрив П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник. Київ: Дія, 2005. 288 с.
19. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Дослідження продуктивності та якісних показників гібридів соняшнику середньоранньої групи за різних технологій вирощування в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*, 2019 № 109. Ч.1 с. 42 –48.

20. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Елементи біологізації технології вирощування соняшнику в контексті їх впливу на кількісно-якісні показники врожаю в умовах Південного Степу. *Таврійський науковий вісник*, 2020 № 104. с. 52–59
21. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фітосанітарний стан та продуктивність гібридів соняшнику за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*, 2020 № 3. с.26-32.
22. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Ревтьо О. Я., Бурдюг О. О. Агротехнологічні аспекти механічного захисту рослин від бур'янів за біологізації технології вирощування соняшника. *Аграрні інновації*, 2021 № 5. с. 35-40.
23. Зворська Н. В., Шлапак В.П. Вплив полезахисних лісових смуг у межах дії екотону на врожайність соняшнику у Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2022 № 32.2. с. 13-18.
24. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. За ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
25. Кернасюк Ю. В. Дослідження причин та факторів надмірного розширення площ соняшнику в Кіровоградській області. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2022, № 32. с.144–153.
26. Когут І. М., Валентюк Н. О., Щетінікова Л. А. Формування продуктивності соняшнику залежно від густоти стояння рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*, 2020 № 112. с. 93–98.
27. Колосок І. О. Особливості формування урожайності гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету, 2022 № 3 (49). с. 32–39.
28. Корнус А. О. Атлас сільського господарства Сумської області : географічний атлас. Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка; Сумський відділ Українського географічного товариства, 2019. 1 ел. опт. диск (CD-ROM).
29. Костюкевич Т.К., Колосовська В.В. Дослідження екологічних норм вирощування соняшнику в Лісостепу України. Колективна монографія. GS publishing services Sherman Oaks, 2022. с. 16–20.

30. Кохан А. В. Екологічно чиста технологія вирощування соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2011. Вип. 16. С. 108-111.
31. Кутіщева Н. М., Шудря Л. І., Одинець С. І., Безсусідній О. В., Середа В. О. Мінливість господарських показників у гібридів соняшнику під впливом зміни навколишнього середовища. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2019 № 27. с. 59-68.
32. Лемішко С., Черних С. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах північного Степу України. *Аграрні інновації*, 2023 №17. С. 94-98.
33. Лябах С. В. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (*Helianthus L.*) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. *Агроекологічний журнал*, 2022 №4. с.130-135.
34. Мазур О. В. Інтенсивність накопичення важких металів у ґрунтах за вирощування олійних культур на різних фонах мінерального живлення. Міжнародний науковий журнал «Грааль науки» № 18-19 (серпень, 2022). с. 137 – 139.
35. Мазур С. О., Матусевич Г. Д. Вплив ґрунтових гербіцидів на біометричні показника та врожайність соняшнику. *Збалансоване природокористування*, 2023 № 1. с. 90-96.
36. Малярчук В. Вплив способів обробітку ґрунту на продуктивність гібридів соняшника за технологією Clearfield. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. ДНУ, Дослідницьке*, 2017. Вип. 21 (35). с. 273–276.
37. Манушкіна Т. М., Дробітько А. В., Качанова Т. В., Геращенко О. А. Екологічні особливості технології No-till в умовах Південного Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип 4 (108). С. 47-53.
38. Мартиненко В.М, Сахно В.П., Сіряк М.М., Міцай С.Г., Пономаренко О.О. Особливості динаміки гумусу в ґрунтах Сумщини. Вісник СНАУ, 2012 Вип. 9 (24). С. 54–57.

39. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Підручник. Київ : Вища школа, 1994. 338 с.
40. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Алієва О. Ю. Застосування мінеральних та сидеральних добрив за різних систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні соняшнику. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2022 (32). С. 73–83.
41. Оптимальна концентрація соняшнику в сівозмінах. Агробізнес сьогодні URL : <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/631-optymalna-kontsentratsiia-soniashnyku-v-sivozminakh.html> (дата звернення : 09.01.2024)
42. Оптимізація виробництва олійної сировини в Україні до 2025 року (методичні рекомендації). Видання четверте, доповнене. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Інститут олійних культур НААН. СГІ-НЦНС, 2020. 108 с.
43. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах у різних природно-сільськогосподарських регіонах» від 11 лютого 2010 року. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/164-2010-%D0%BF#Text> (Дата звернення : 08.01.2024).
44. Паламарчук В. Д., Підлубний В. Ф. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від елементів технології вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 3 (22). С. 29-44.
45. Писаренко В.В., Антонець А.С, Лук'яненко Г.В., Писаренко П.В. Система органічного землеробства агроєколога С.С.Антонця. Полтава : ПДАА, 2016. 131 с.
46. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2022 році. Департамент захисту довкілля та енергетики. Суми, 2023. 218 с.
47. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії. Навч. посібник у 2 кн. Кн. 1 за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.
48. Савчук О. І., Мельничук А. О., Кочик Г. М., Гуреля В. В., Дребот О. В. Особливості вирощування соняшнику (*Helianthus L.*) на осушуваному

- дерновопідзолистому ґрунті в умовах зміни клімату. *Агроекологічний журнал*, 2021 № 2. с. 133-139.
49. Танчик С., Бабенко А. Вплив забур'яненості посівів соняшнику на водний режим ґрунту. *Вісник аграрної науки* 2020 № 98.2. с. 24-28.
50. Тимошенко І.І., Майщук З.М, Косилович Г.О. Основи наукових досліджень в агрономії: Навч. посібник. Львів, 2004. 121 с.
- 51.Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. *Аграрні інновації*, 2023 №18. с. 120-127.
52. Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.
53. Троценко В.І. Соняшник : селекція, насінництво, технологія вирощування : Монографія. Суми : Видавництво “Університетська книга”, 2001. 184 с.
- 54.Тутовнік Ю.А., Безноско І.В., Гаврилюк Л.В., Мосійчук І.І. Агресивність гриба *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss за впливу гібридів соняшника та технологій його вирощування. *Збалансоване природокористування*, 2022 № 2. с. 93–99.
55. Тутовнік Ю. А., Парфенюк А. І., Безноско І. В., Мосійчук І. І. Формування фітопатогенного мікобіому насіння гібридів соняшнику в умовах центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*, 2023 № 2. с. 93–100.
56. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : Навчальний посібник. За ред. Академіка УААН В.О. Ушкаренка. Суми : Університетська книга, 2003. 296 с.
57. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології. Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000. 203 с.
58. Циліорик О. І. Біологічна активність ґрунту за різних способів його обробітку та удобрення в посівах соняшнику. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету* : Дніпро : Свідлер А. Л., 2017. № 2 (44). С. 42-48.
59. Цимбал Я.С., Бойко П.І., Мартинюк І.В., Кальчун Т.Р., Яковенко Л.П. Продуктивність та якість насіння соняшнику в різноротаційних сівозмінах

- Лісостепу за органо-мінеральної системи удобрення. Землеробство та рослинництво: теорія і практика. 2022 № 2 (4). с. 19 – 25.
60. Яцук І. П., Ліщук А. М., Матусевич Г. Д., Драга М. В. Агроекологічний стан ґрунтів Сумської області за результатами еколого-агрохімічної паспортизації. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (1). С. 238–248.
61. Ait Kaci Ahmed N., Galaup B., Desplanques J., Dechamp-Guillaume G., Seassau C. Ecosystem Services Provided by Cover Crops and Biofumigation in Sunflower Cultivation. *Agronomy* 2022, № 12. p. 120.
62. Alamery A. A., Ahmed N. A. Effect of biofertilizers and zinc nano particles on growth, yield and oil percentage of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Plant Archives*, 2020, № 20(2). p. 4648-4652.
63. Brand S. I., Heldwein A. B., Radons S. Z., Maldaner I. C., Hinnah F. D., Guse F. I., da Silva J. R. Effect of *Alternaria* and *Septoria* spot on sunflower yield. *International Journal of Biometeorology*, 2020 № 64. p. 2153-2160.
64. Debaeke P., Casadebaig P., Langlade N. B. New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems. *OCL*, 2021 № 28. 23 p.
65. Dong S., Wang G., Li X., Kang Y. A Trade-Off between the Growing Performance and Sowing Density of Sunflower (*Helianthus annuus L.*) under Fertigation in an Arid Saline Area. *Agronomy*, 2023 V. 13 № 1. p. 179.
66. Foreign Agricultural Service. U.S. Department of Agriculture. URL : <https://ipad.fas.usda.gov/cropeexplorer/> (дата звернення : 16.01.2024)
67. Hemeid M., Zeid M. Effect of Sowing Date and Preceding Crop, on Growth and Productivity of the Sunflower Hybrid Sirena, under Varying Nitrogen Fertilization Levels. *Egyptian Journal of Agronomy*, 2020 V. 42 №3. p. 279-290.
68. Khalil S. E., Gaballah M. S., Pibars S. K., Mansour H. A. Roles of organic and bio fertilizers in improving tolerance of different plants to environmental ecosystem. *International Journal of Mechanical Engineering*, 2022 Vol. 7 (2). p.866–881.

69. Kolenčík M., Ernst D., Urík M., Ďurišová Ľ., Bujdoš M., Šebesta M., Kratošová G. Foliar application of low concentrations of titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles to the common sunflower under field conditions. *Nanomaterials*, 2020 № 10(8). p. 1619.
70. Kalenska S., Ryzhenko A., Novytska N., Garbar L., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Shytiy O. Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Plant Sciences*, 2020 № 11(8). p. 1331-1344.
71. Kudratovich L. M. Impact of Fertilizers on Sunflower Yield Under Irrigated Conditions in Uzbekistan. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 2020 №1. p. 1-8.
72. Li J., Qu Z., Chen J., Yang B., Huang Y. Effect of planting density on the growth and yield of sunflower under mulched drip irrigation. *Water*, 2019 № 11(4), 752. 14 p.
73. Mijić A., Lijović I., Sudarić A., Duvnjak T., Jug D., Kranjac D., Kulundžić A. M. Status and perspectives of sunflower production in Croatia. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 2021 № 67(1). p. 35-45.
74. Mladenović E., Cvejić S., Jocić S., Ćuk N., Čukanović J., Jocković M., Marjanović-Jeromela A. Effect of plant density on stem and flower quality of single-stem ornamental sunflower genotypes. *Horticultural Science*, 2020 № 47(1). p. 45-52.
75. Modanlo H., Baghi M., Ghanbari Malidarreh A. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) grain yield affected by fertilizer and plant density. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 2021 № 1(2). p. 102-108.
76. Partal E. Sunflower yield and quality under the influence of sowing date, plant population and the hybrid. *Romanian Agricultural Research*, 2022 (39). p. 463–470.
77. Stričević R., Vujadinović-Mandić M., Đurović N., Lipovac A. Application of two measures of adaptation to climate change for assessment on the yield of wheat, corn and sunflower by the aquacrop model. *Zemljište i biljka*, 2021 № 70(1). p. 41-59.

78. Tataridas A., Kanatas P., Chatzigeorgiou A., Zannopoulos S., Travlos I. Sustainable crop and weed management in the era of the EU Green Deal: A survival guide. *Agronomy*, 2022 № 12(3), 589. 23 p.
79. Vasylkovska K., Andriienko O., Malakhovska V., Moroz O. Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. *Helia*, 2022 № 45(77). p. 175-189.
80. Vician T., Černý I., Ernst D., Zapletalová A., Skopal J. Aspects of the production process of sunflower (*Helianthus annuus* L.) depending on the year and different cultivation technology. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 25, 2022 (2) p.130–136.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ **ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ** **КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ** **ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ** **МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(13 - 17 листопада 2023 р., м. Суми)

Свириденко Т. С. ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	529
Слівкін М. О. УРОЖАЙНІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І ГЕРБІЦИДІВ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	530
Смітія Д. Г. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ	531
Тодор О. О. ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ В УМОВАХ ФГ «УРОЖАЙНА КРАЇНА» РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	532
Толстолуцький Д. О., Удовенко Д. О., Гребенюк А. Р. РОЛЬ СОРТОВОГО ДОБОРУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ, ПШЕНИЦІ ТА РІПАКУ ОЗИМИХ	533
Трофіменко О. С. ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ	534
Федорчук Є. П. УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМИ ВИСІВУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	535
Хуан Чжаосінь, Тертишник К. М., П'явка С. О., Бондар В. Ю. ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР БІОДОБРИВАМИ	536
Черненко В.О., Устименко В.А., Кириченко М.І. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЇЇ УРОЖАЙНІСТЬ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	537
Шевчук А. М., Куц В. А., Петлай О.І. УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	538
Шелудько Ю. В. ОПТИМІЗАЦІЯ НОРМ ВИСІВУ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	539
Банник Д. С. СТРОКИ СІВБИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ФАКТОР СТАБІЛЬНИХ ВРОЖАЇВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....	540
Баранік Д. А. ВМІСТ КРОХМАЛЮ СЕРЕД ПОТОМСТВА ВІД БЕККРОСУВАННЯ МІЖВИДОВИХ ГІБРИДІВ КАРТОПЛІ В ПЕРШОМУ БУЛЬБОВИМУ ПОКОЛІННІ	541
Бахметенко Є. О., Шевич А. С. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ПІДХОДІВ У ВИРОЖУВАННІ СОРТІВ КАРТОПЛІ СЕЛЕКЦІЇ СНАУ НА ПОКАЗНИКИ ВМІСТУ КРОХМАЛЮ В УМОВАХ ПНДЛ «ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ КАРТОПЛЯРСТВА ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ».....	542
Гудкова А. О., Терещук Д. В. РЕАКЦІЯ СЕРЕДНЬОРАННІХ СОРТІВ КАРТОПЛІ НА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	543
Дрозд Ю. П. СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	544
Какуша В. М. СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ СОЇ В УМОВАХ ТОВ «КРАСНОКОЛЯДИНСЬКЕ» ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	545
Рось О. Г., Неродченко К. С. Норма реакції сортів голландської селекції на вирощування картоплі в умовах Північно-східного лісостепу України ННВК СНАУ	546
Сема Е. А. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО ЖИТА В УМОВАХ ФОП «СЕМА А.П.» СУМСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	547
Сердюк П. В., Закорко В. С. ВПЛИВ ОБРОБКИ БУЛЬБ БІОПРЕПАРАТАМИ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ РАННІХ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ННВК СНАУ.....	548
Чепурко С. Б., Бунякін Є. О. ВПЛИВ ОБРОБКИ БУЛЬБ МІКОРИЗОЮ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РАННІХ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ННВК СНАУ.....	549
Черниш Р. М., Шабетя О. О. ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНГЦИДІВ ПРОТИ АЛЬТЕРНАРІОЗУ В СЕРЕДНЬОСТИГЛИХ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПНДЛ «ІНСТИТУТУ ПРОБЛЕМ КАРТОПЛЯРСТВА ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ»	550
Шевченко А. Т., Щербань В. В. УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ СОЇ В УМОВАХ ФГ «БОРИСЕНКО А.М.»	551
Ярошенко А. М. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ	552
Бердін І. В. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА.....	553
Биваліна В. В. ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ДЛЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ОБ'ЄКТІВ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	554
Брикуля С. В. ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ТА ВТОРИННОЮ СИРОВИНОЮ НА ФІЛІЇ «ПТАХОКОМПЛЕКС» ТОВ ВІННИЦЬКА ПТАХОФАБРИКА».....	555
Голубчикова А. О. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ DANLIA В ОЗЕЛЕНЕННІ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	556
Гриб В. В. РЕЗУЛЬТАТИ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ГОРОДИЩЕ» ЛЕБЕДИНСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	557
Данченко О. Б. Характеристика ростових процесів ОСОБИН популяцій MEDICAGO lupulina L. У СКЛАДІ ЛУЧНИХ ФІТОЦЕНОЗІВ на градієнтах пасовищної та сінокісної дигресії	558
Ісаченко М. В. РІДКІСНІ ВИДИ РОСЛИН ТРАВ'ЯНИСТОГО ЯРУСУ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ»	559
Зайка Д. С. ВАЖЛИВІСТЬ ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ	560

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

Бердін І. В., студ. 1м курсу ФАТП
 Науковий керівник: проф. В. Г. Скляр
 Сумський НАУ

Соняшникарство в Україні розвивалось під впливом як агроекономічних, так і агроекологічних чинників. Однак вплив останніх є визначальним, оскільки саме агрокліматичний потенціал нашої держави дозволив стати одним з найбільших в Світі виробників соняшника. Через це з кожним роком його частка в структурі посівних площ збільшується. Проте розширення посівних площ під соняшником здебільшого є негативним явищем, оскільки у гонитві за максимальними показниками врожайності досить часто не враховуються можливі негативні наслідки для довкілля.

Вплив соняшника на довкілля, як і інших культурних рослин, обумовлений його біологічними особливостями та технологією вирощування. Наслідками порушень науково обґрунтованих норм вирощування соняшника є виснаження ґрунтів, погіршення фітосанітарного стану і, як наслідок, - зниження його продуктивності. Враховуючи важливість даної культури та її особливості, питання формування структури та величини врожаю соняшника на засадах екологічності та ресурсозбереження є актуальним на сьогоднішній день.

Одним з перших проблем екологізації вирощування соняшника, яке є важливим і донині, було подолання наслідків перехімізації сільського господарства. При вирощуванні соняшника використовуються мінеральні добрива та пестициди. При чому при збільшенні ваги соняшника в структурі посівних площ, обсяги їх використання збільшуються, тоді як обсяги внесення органічних добрив та біологічного захисту рослин є значно меншими. Наразі більшість досліджень, пов'язаних з екологізацією технологій вирощування соняшника, доводять що захист рослин від хвороб та шкідників за допомогою біопрепаратів на основі міксоміцетів, бактерій або мікроелементів є не менш дієвим, ніж за застосування хімічних препаратів, і водночас значно безпечнішим для довкілля. Але слід відзначити, що при вивченні біологічного захисту посівів соняшника, здебільшого надається увага інсекто-фунгіцидному захисту. Замість використання гербіцидів в органічних, біологічних та екологічних технологіях, боротьба з бур'янами відбувається шляхом механічного обробітку (боронування, дискування, культивування).

У вирішенні питань захисту посівів від забур'яненості та підвищення продуктивності, багато науковців відзначають важливість чинника сівозміни. За встановленими вимогами, соняшник в сівозміні не має займати більше 20% площі, та повертатися на одне й те саме місце раніше ніж через 7-8 років. Небезпека поширення бур'янів та хвороб значно підвищується при порушенні вищевказаних вимог. Не дивлячись на те, що на важливість сівозміни при вирощування соняшника неодноразово наголошували вчені, значно менше уваги приділялося оцінці масштабів порушення оптимальних сівозмін, що на сьогоднішній день є досить актуальним питанням. Ситуація погіршується також й на тлі змін клімату, які стали причиною переміщення вирощування соняшника на північ країни у Лісостеп та Полісся.

Ця культура екологічно пластична. За своїми біологічними особливостями є світло та теплолюбною, але її суттєвим недоліком є висока потреба у ґрунтовій волозі, що на фоні посушливого клімату негативно відзначається на розвитку та продуктивності агроценозу. Рішенням даної проблеми є впровадження ефективної системи обробітку ґрунту, яка дозволить зберегти вологозабезпеченість кореневмісного шару та всі його біотичні та абіотичні складові. У класичній технології вирощування соняшника практикується глибинна оранка на глибину до 30 см, на противагу їй існують також мілкий обробіток, поверхневий та нульовий обробіток. Думка дослідників щодо ефективності того чи іншого методу не однакова: з одного боку мінімальний обробіток сприяє покращенню агрегатного стану ґрунту, створює умови для мікробіологічної активності поверхневого шару, а при нульовому обробітку на поверхні ґрунту залишаються рослинні рештки, що дозволяє зберегти ґрунтову вологу. Разом з тим належний розвиток кореневої системи соняшника можливий за умови глибокого рихлення орного шару, завдяки чому корені проникатимуть в глибші шари ґрунту, у той час як при мінімальному обробітку ґрунт ущільнюється.

Отже, аналіз останніх літературних джерел показав, що питання екологізації вирощування соняшника залишається актуальним і йому приділено досить багато уваги з боку науковців. Проте слід зазначити, що проведення досліджень з даної тематики частіше направлене на вивчення впливу екологізації окремих елементів технології вирощування на врожайність та розвиток культури, ніж на порівняльну оцінку традиційних та екологічних технологій.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-16 травня 2024 р.)

ЗМІСТ	
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	
Кобець Д.О. БРУСНИЦЯ (VACCINIUM VITIS-IDAEA L.) ЯК ДЖЕРЕЛО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК.....	3
Адамчик Є.В. ОСОБЛИВОСТІ ПОЧАТКУ ВЕГЕТАЦІЙНОГО СЕЗОНУ 2024 РОКУ У ЧЕРНІГІВСЬКОМУ ПОЛІССІ.....	4
Барканов М.О. ЯКІ ВИМОГИ У АГРАРІВ ДО ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ У ВОСННИЙ ЧАС?	5
Бойченко Д. Ю. ПРОДУКТИВНІСТЬ РАНЬОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ.....	6
Большаков Є. А. ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СОНЯШНИКА В ЗОНІ ПІВНІЧНО – СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ В 2023 РОЦІ	7
Желдубовський М. С., Крилов Д. О. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ДЛЯ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	8
Зубко О. М. УМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОРТІВ СОЇ В УКРАЇНІ.....	9
Кисильчук А. М. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОЩУВАННЯ ОСНОВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У 2023 РОЦІ. ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	10
Коваленко М. О. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ НА ТРИВАЛІСТЬ ФАЗ РОЗВИТКУ СОРГО ЗЕРНОВОГО В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	11
Колосок А. ВАЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	12
Кримов В.М. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В УМОВАХ ТОВ «АВІС УКРАГРО ГРУПП» СУМСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	13
Кузьменко Р. О., Мащенко О. А. ВПЛИВ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГРЕЧКИ СОРТІВ РІЗНОГО МОРФОЛОГІЧНОГО ТИПУ.....	14
Масик І. М., Кравченко Д. О., Литвиненко С. М., Глущенко Т. А. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	15
Масик І. М., Лазневий В. М., Устименко В. А. ВПЛИВ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ СУМЩИНИ.....	16
Масик І. М., Пономаренко В. В., Глущенко Т. А. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	17
Масик І. М., Сіромолот В. В., Пилипенко Ю. О. УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПОПЕРЕДНИКА В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	18
Масик І. М., Шкриль А. М., Мартіян К. Ю., Пічкобий О. В. ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.....	19
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Литвиненко А. В., Риженко А. Т., Севідов О. А., Погорілий Є. В., Гоменко Д. В. ЗАСТОСУВАННЯ ПРОМІЖНИХ СИДЕРАТИВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ.....	20
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Литвиненко А. В., Риженко А. Т., Севідов О. А., Погорілий Є. В., Гоменко Д. В., Болгарин Д. В. ВПЛИВ ПОПЕРЕДНИКІВ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ.....	21
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Литвиненко А. В., Риженко А. Т., Севідов О. А., Погорілий Є. В., Гоменко Д. В., Бірін Є. А. КОНТРОЛЬ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ.....	22
Міщенко Ю. Г., Давиденко Г. А., Литвиненко А. В., Риженко А. Т., Севідов О. А., Погорілий Є. В., Гоменко Д. В., Конельський В. І. ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЙОГО ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ.....	23
Новіков А. М. ВПЛИВ ОБРОБКИ НА ЛАБОРАТОРНУ СХОЖІСТЬ ТА ЕНЕРГІЮ ПРОРОСТАННЯ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ.....	24
Остапенко Д. В. ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА СТАН РОСЛИН І СТІЙКІСТЬ ПРОТИ ХВОРОБ.....	25
Ткаченко Р. С. ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ.....	26
Триус В. О., Місоров О.В. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОАДАПТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	27
Авраменко В. М. СТАН БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «БИТИЦЬКИЙ».....	28
Артеменко Д. В., Артеменко Д. Д., Клименко Г. О. ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОСННИХ ЗЛОЧИНІВ НА ТЕРИТОРІЇ НПП "ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ".....	29
Андрусенко В. В., Тихонова О. М. ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ШОСТКІНСЬКОГО РАЙОНУ.....	30
Аршакарян Р. А., Гриб В. В. ЗНАЧЕННЯ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	31
Авраменко М. О., Кочкало В. О. ЕКОСИСТЕМНЕ УПРАВЛІННЯ ҐРУНТАМИ В СТАЛОМУ СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.....	32
Бердін І. В. ОПТИМІЗАЦІЯ ГУСТОТИ ПОСІВУ ЯК СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОПОПУЛЯЦІЙ HELIANTHUS ANNUUS.....	33
Бердін І. В., Скляр В. Г. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА У ВЕЛИКОПИСАРІВСЬКІЙ ОТГ.....	34
Бердін І. В. ВЕГЕТАЦІЙНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ В ЛАБОРАТОРНІЙ СПРАВІ.....	35

710 Матеріали НПК викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.)

Бердін І. В. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГО-АГРОТЕХНІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКА.....	36
Бердін І. В. РОЛЬ ПРОЕКТУВАННЯ В РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	37
Биваліна В. В., Ковальова М. А. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ДП «ТРОСТЯНЕЦЬКИЙ ЛІСГОСП» НА СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ.....	38
Биваліна В. В., Кирильчук К. С. РОСЛИННИЙ СВІТ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ (НА ПРИКЛАДІ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО ЗАКАЗНИКА «БОРОМЛЯНСЬКИЙ»).....	39
Биваліна В. В., Кирильчук К. С. ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ В СИСТЕМІ МОНИТОРИНГУ РЕСУРСІВ ПІКАРСЬКОЇ.....	40

ОПТИМІЗАЦІЯ ГУСТОТИ ПОСІВУ ЯК СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОПОПУЛЯЦІЙ *HELIANTHUS ANNUUS*

Бердін І. В., студ. 1м ФАТП, спец. 101 «Екологія»
Науковий керівник: проф. В. Г. Скляр
Сумський НАУ

Одним з методів підвищення продуктивності соняшника є оптимізація густоти посіву. У формуванні теоретичних та практичних засад оптимізації густоти посіву соняшника в умовах північно-східної частини Лівобережного Лісостепу важливу роль зіграли праці таких вчених як В.І. Троценко, Г.О. Жатова [1] С.М. Каленська та ін. [3], які досліджували реакцію гібридів різних груп стиглості на ущільнення посіву. Щільність посіву це ключовий чинник виникнення конкуренції у посіві між рослинами за життєвий простір, що позначається на формуванні біометричних ознак, структурі та рівні врожайності.

У контексті розвитку органічного агровиробництва, цей елемент технології важливий не лише з точки зору реалізації потенціалу продуктивності, а й регулювання фотосинтетичного потенціалу посіву [2]. Саме тому густота стояння рослин як показник екологізації технології вирощування соняшника, потребує комплексного вивчення.

За результатами дослідження проведеного в умовах ТОВ «Розсоші» Охтирського району Сумської області у 2022 році, було змодельовано залежність рівня врожайності гібридів НК Конді, СІ Бакарді та Р64LP130 від густоти посіву 55, 56 та 58 тис.шт/га, врожайність яких коливалась від 2,35 до 2,86 т/га (Рис. 1).

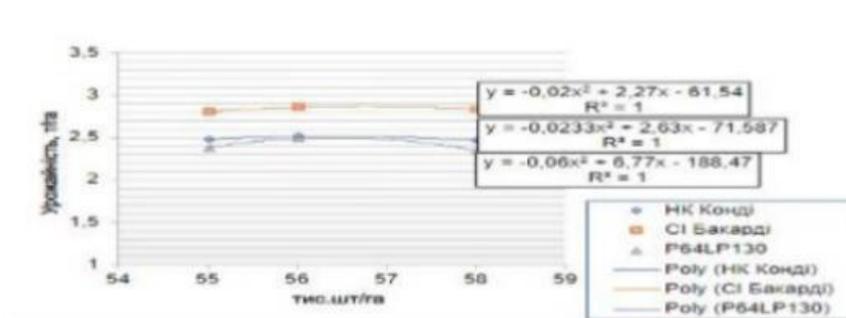


Рис. 1. Залежність врожайності гібридів соняшника від густоти посіву

В усіх гібридів лінія тренду – поліном 2 ступеня. Згідно з методикою програмування врожаїв [2], отримані рівняння регресії дозволили розрахувати параметри оптимальної густоти посіву гібридів соняшника (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри оптимальної густоти посіву соняшника

Гібрид	Густота опт., тис.шт/м²	Врожайність за оптимальної густоти, т/га	Продуктивність 1 рослини за оптимальної густоти, г/рос.
НК Конді	56,4	2,61	18,9
СІ Бакарді	56,7	2,87	21,6
Р64LP130	56,4	2,50	64,3

Оптимальною густиною для представлених гібридів є щільність 56–57 тис.шт/га, за якої можливо отримати максимальний врожай та продуктивність рослин у посіві.

На основі цього, рекомендується встановити оптимальну густоту стояння стеблостою до 56–57 тис.шт/га. Це дозволить збільшити конкурентоспроможність рослин у посіві на тлі змін ґрунтово-кліматичних умов, і, відповідно, збільшити інтенсивність накопичення органічної речовини, завдяки сформованій площі листового апарату, що позитивно вплине на структуру та величину врожаю соняшника.

Список використаних джерел

1. Етапи формування продуктивності рослин та урожайності посівів соняшника. Agro Mage. URL : https://agromage.com/stat_id.php?id=1070 (дата звернення : 18.03.2024)
2. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : Навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2003. 296 с.
3. Kalenska S., Ryzhenko A., Novytska N., Garbar L., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Shytiy O. Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Plant Sciences*, 2020 № 11(8). p. 1331-1344.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА У ВЕЛИКОПИСАРІВСЬКІЙ ОТГ

Бердін І. В., студ. 1м курсу ФАтП, спец. 101 «Екологія»

Скляр В. Г., д.б.н., професор

Сумський НАУ

Найпоширенішою сільгоспкультурою на території Сумської області наряду з зерновими та зернобобовими є соняшник. За останні десятиліття його посівні площі значно збільшились. Зважаючи на незначний рівень біологізації землеробства, разом з цим зростали й обсяги внесення мінеральних добрив та пестицидів під цю культуру.

В умовах Великописарівської ОТГ Охтирського району існує проблема порушення науково-обґрунтованих сівозмін, що призводить до дестабілізації фітосанітарної ситуації в агроценозах (Рис. 1–2).

Рис. 1. Кукурудза в міжряддях соняшника



Рис. 2. Забур'яненість посіву



Досить часто соняшник вирощується після кукурудзи на зерно. Вона є недопустимим попередником в зоні Лісостепу, тому у кореневих залишках кукурудзи протягом тривалого часу зберігає життєздатність насіння *Orobanche cymana Walr.*

Разом з цим суттєвою проблемою є висока концентрація соняшника в структурі посівних площ. За встановленими нормами його частка не має перевищувати 20% площі сівозмін [2]. За останніми офіційними даними [1] у межах сучасної Великописарівської громади перевищення оптимальних площ становить від 151 до 251 % від оптимальної площі (таб. 1).

Таблиця 1

Порушення екологічних норм вирощування соняшника

Площа ріллі, га	Площа посівів соняшнику, га	Сівозмінна	Частка, %	Площа опт., га	Перевищення, %
48970	12317	6-пільна сівозмінна	17	8161	151
		8-пільна сівозмінна	12	6123	201
		10-пільна сівозмінна	10	4897	251

Безумовно, вагомий внесок у формування продуктивності агроценозу та його фітосанітарного стану мають фактори середовища, такі як клімат або ґрунти. Однак агроєкосистеми існують лише при регулюванні людиною перебігу різноманітних процесів та контролю цінних ознак культурних рослин.

Отже, розвиток та продуктивність рослин в агроценозах, відповідно і якість та безпека отриманої продукції, регулюються людиною шляхом вдосконалення агротехнічних прийомів вирощування. Саме це має бути основою екологізації вирощування соняшника, але наявні на території громади проблеми, у тому числі обумовлені впливом війни, стають на заваді реалізації цього процесу.

Список використаних джерел

1. Головне управління статистики в Сумській області. Сільське господарство. Рослинництво. URL : <http://sumy.ukrstat.gov.ua/?menu=629&level=3> (Дата звернення : 22.03.2024)

2. Костюкевич Т.К., Колосовська В.В. Дослідження екологічних норм вирощування соняшнику в Лісостепу України. Колективна монографія. GS publishing services Sherman Oaks, 2022. с. 16–20.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ ЕКОЛОГО-АГРОТЕХНІЧНИХ ОСНОВ РОЗВИТКУ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКА

Бердін І. В., студ. 1м курсу ФАтП, спец. 101 «Екологія»
Науковий керівник: ст. викл. А. В. Новікова
Сумський НАУ

У контексті розвитку органічного землеробства актуальним питанням стає системний підхід до вивчення екологічних та агротехнологічних основ розвитку та продуктивності с.-г. культур. Зважаючи на сучасну ситуацію в агропромисловому секторі, особливої уваги потребує вивчення екологічних аспектів вирощування соняшника, як однієї з найпоширеніших культур в країні.

Системний підхід до вивчення еколого-технологічних основ формування цінних ознак цієї культури насамперед означає комплексну оцінку впливу різноманітних факторів. До ряду екологічних факторів слід віднести еколого-агрохімічні властивості ґрунтів, погодню-кліматичні умови, міжвидова та внутрішньовидова конкуренція в фітоценозі, до агротехнологічних – фон живлення, обробіток ґрунту, строки та способи сівби, захист рослин та ін.

Виходячи з цього, загальні положення вивчення аспектів екологізації вирощування соняшника можна охарактеризувати за наступною схемою (Рис. 1).



Рис. 1. Схема проведення дослідження

Виходячи з того що агрофітоценоз є системою з багатьох елементів, системний підхід дозволить отримати досить чітке уявлення про суть тієї чи іншої проблеми, пов'язаному з дією різних чинників. Враховуючи властивості складних систем кожен їх елемент є сам по собі системою, і в ході комплексного вивчення еколого-агротехнічних чинників розвитку культури враховується її здатність до адаптації та реорганізації.

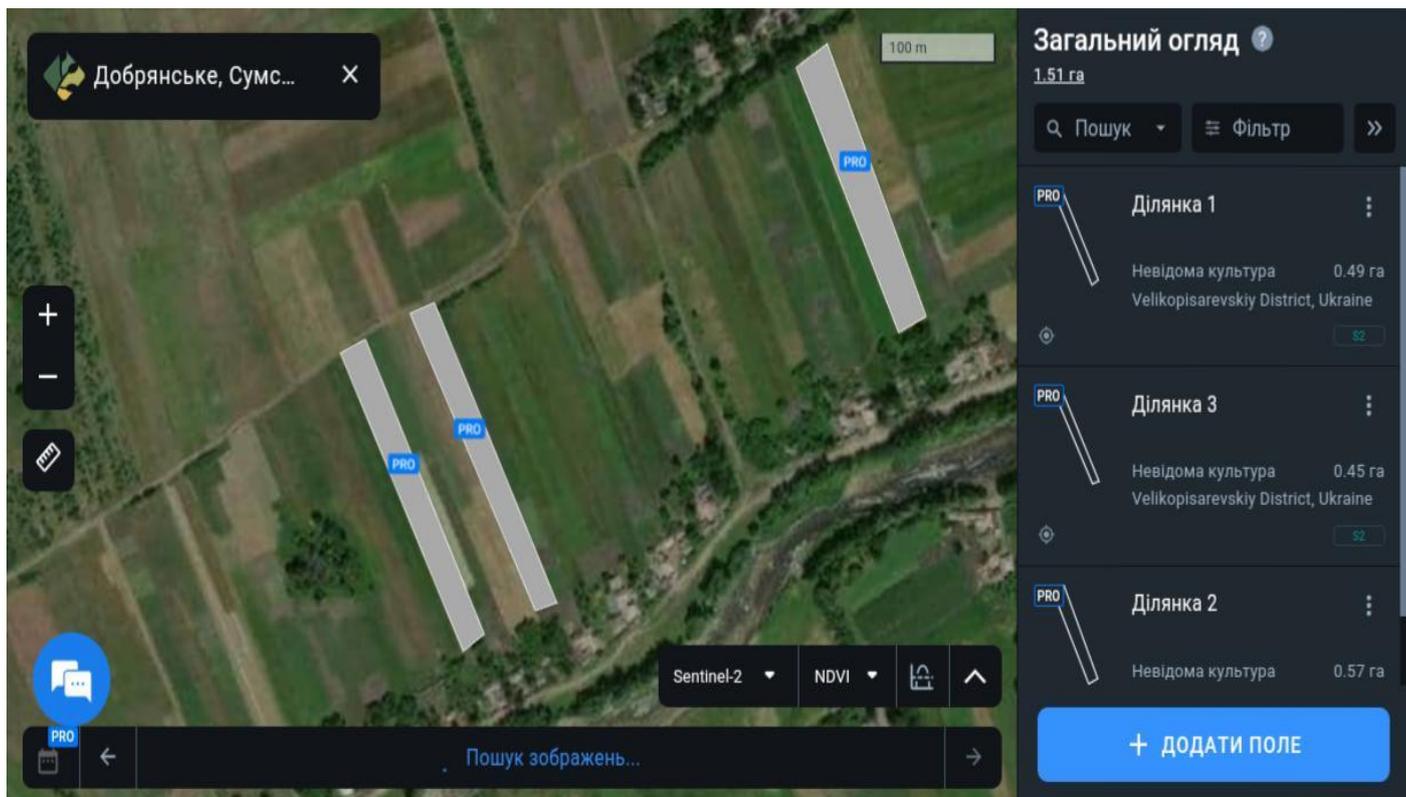
Ця здатність ззовні проявляється як зміни в рослинному організмі такі як видовження стебел, варіація довжини коренів, площі листя, зниженні або збільшенні врожайності тощо, що стало результатом впливу діючого фактора. В цьому випадку такі прояви слід розглядати в якості своєрідного індикатора екологічності технології вирощування.

Проте в методологічному аспекті, оцінка ступеня впливу факторів має бути проведеною шляхом виявлення певних залежностей та закономірностей. Математико-статистична обробка отриманих в ході дослідження даних має дати підстави прийняти або відхилити гіпотезу про наявність достовірного впливу чинників на ознаки досліджуваного об'єкта, для цього проводяться статистичні аналізи такі як дисперсійний, кореляційний, регресійний, факторний та ін.

Незалежно від того який фактор чинить вплив на досліджуваний параметр, заходи спрямовані на покращення умов для розвитку культури мають відповідати вимогам екологічної безпеки, інакше кажучи екологізація процесів вирощування це пошук компромісу між агропромисловим та захистом довкілля. В цьому аспекті системний підхід має сприяти прийняттю рішень які були б доцільними як з агроекономічної так і екологічної точки зору.

ДОДАТОК Б

Розміщення дослідних ділянок



Ділянка № 1



Ділянка № 2



Ділянка № 3

ДОДАТОК В

Результати дисперсійного аналізу

Статистичні показники для висоти рослин у фазу 3-4 пар справжніх листків

Джерело змін	Суми квадратів, SS	Ступені свободи, df	Середні квадрати, MS	Критерій Фішера, F	Довірчий рівень, p
Густота посіву	56,68	2	28,34	1,701	0,201425
Випадкове	449,77	27	16,66	–	–
Загальне	506,48	29	–	–	–

Статистичні показники для морфопараметрів рослин у фазу «початок формування кошика»

Джерело змін	Суми квадратів, SS	Ступені свободи, df	Середні квадрати, MS	Критерій Фішера, F	Довірчий рівень, p
Висота стебла, см					
Густота посіву	226,5	2	113,2	2,510	0,085603
Кількість листків на 1 рослині					
Густота посіву	94,85	2	47,42	21,253	0,000000
Площа листкової поверхні, м ² /рослина					
Густота посіву	0,001217	2	0,000609	0,8354	0,436279

Статистичні показники для морфопараметрів рослин у фазу «початок цвітіння»

Джерело змін	Суми квадратів, SS	Ступені свободи, df	Середні квадрати, MS	Критерій Фішера, F	Довірчий рівень, p
Висота стебла, см					
Густота посіву	4262	2	2131	17,51	0,00000
Кількість листків на 1 рослині					
Густота посіву	89,87	2	44,93	8,053	0,000529
Площа листкової поверхні, м ² /рослина					
Густота посіву	0,178077	2	0,089038	10,7991	0,00005

Продовження додатку В

Статистичні показники для морфопараметрів рослин та структурних елементів
врожаю у фазу «фізіологічна стиглість»

Джерело змін	Суми квадратів, SS	Ступені свободи, df	Середні квадрати, MS	Критерій Фішера, F	Довірчий рівень, p
Висота стебла, см					
Густота посіву	2815	2	1408	13,13	0,000007
Діаметр стебла, см					
Густота посіву	3,6792	2	1,8396	41,665	0,00000
Кількість листків на 1 рослину					
Густота посіву	246,32	2	123,16	24,996	0,00000
Площа листкової поверхні, м ² /рослина					
Густота посіву	0,074752	2	0,037376	16,6125	0,00000
Діаметр суцвіття, см					
Густота посіву	12,66	2	6,33	2,507	0,085862
Маса суцвіття, г					
Густота посіву	25847	2	12923	3,522	0,032722
Маса надземної частини, г					
Густота посіву	536324	2	268162	15,237	0,000001
Площа листя на одиницю фітомаси, см ² /г					
Густота посіву	3,252	2	1,626	4,220	0,017000
Вихід насіння, г/рослина					
Густота посіву	5981,7	2	2990,8	6,891	0,001481

ДОДАТОК Д

Результати кореляційно-регресійного аналізу

Матриця парних кореляцій

	H	d	Df	Wf	W	d/H	Df/H	d/Df	NI	S	LAR	M
H	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
d	0,48	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Df	0,33	0,75	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Wf	0,25	0,76	0,93	1	–	–	–	–	–	–	–	–
W	0,30	0,83	0,82	0,92	1	–	–	–	–	–	–	–
d/H	0,11	0,92	0,71	0,76	0,81	1	–	–	–	–	–	–
Df/H	-0,26	0,46	0,82	0,79	0,65	0,64	1	–	–	–	–	–
d/Df	0,40	0,70	0,06	0,15	0,36	0,62	-0,19	1	–	–	–	–
NI	-0,24	-0,08	0,03	0,14	0,24	0,02	0,18	-0,17	1	–	–	–
S	0,18	0,71	0,68	0,80	0,90	0,74	0,58	0,33	0,52	1	–	–
LAR	-0,14	0,00	-0,03	0,03	0,10	0,07	0,05	0,02	0,73	0,50	1	–
M	0,24	0,73	0,86	0,95	0,92	0,73	0,73	0,17	0,20	0,83	0,11	1

Примітка : жирним шрифтом позначено статистично значущі кореляції на рівні ймовірності 95%

$$M = 6,9609 + 0,0447 * W + 0,2371 * Wf, R^2 = 0,918$$

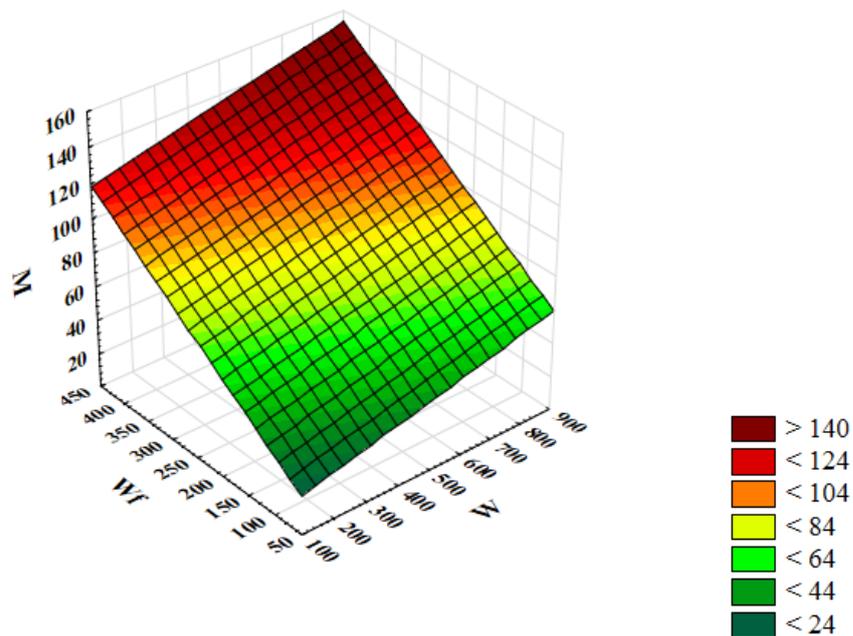


Рис. Д.1.1. Регресійна модель зміни маси насіння з однієї рослини (M) залежно від маси надземної частини (W) та ваги кошика (Wf)

ДОДАТОК Е

Самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень		Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями		+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.		+	
Наведено конкретні результати з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами		+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо)		+	
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.		+	
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження		+	
Робота оформлена повністю відповідно до вимог		+	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок		+	

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

_____ Бердін І.В.

ДОДАТОК Ж

Декларація академічної доброчесності

Я, Бердін Іван Васильович студент групи ЕКО 2301-1м Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформований, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи повинен буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

1.09.2023 р.

_____ Бердін І.В.